16. April 1981 · DM 4.– · öS 36.– · sfr 4.30 · Nr. 8

Funkschau

Rundfunk- und Fernsehtechnik, Elektronik, HiFi, Audiovision, Mikrocomputer

Halbleitertechnologien

Signal aus dem Rauschen

Car-Fidelity

Bauanleitung:

Induktivitätsmeßger

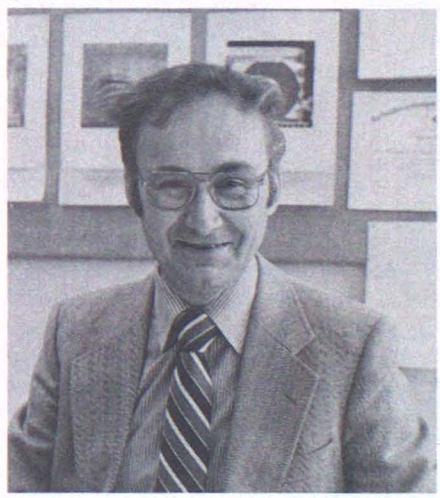
Geburtsanzeige

Die Katze ist aus dem Sack: Der Franzis-Verlag kommt mit einer vierten Fachzeitschrift. Bereits seit längerer Zeit wird daran gearbeitet, bestärkt durch zahllose Leserzuschriften mit dem Tenor: Wann macht ihr eigentlich eine ‚richtige' Mikrocomputer-Zeitschrift? Dem Verlag der FUNKSCHAU trauen wir das zu!"

Zur Hannover-Messe ist die Werbung für „mc – die Mikrocomputer-Zeitschrift" voll angelaufen. In den nächsten Tagen wird das erste Heft am Markt sein. Für die FUNKSCHAU bedeutet das dann: Abschied nehmen von einer Rubrik, die sie seit 2½ Jahren getragen hat und die wie kaum eine andere Sparte im Zentrum der Leserdiskussion stand. Mit Abstand die meisten Briefe gingen zu diesem Thema ein: zustimmende, fordernde, hilfesuchende und ablehnende.

Die letztgenannten kamen vorwiegend von den langjährigen FUNKSCHAU-Lesern, die mit einer Fachzeitschrift aus dem klassischen Bereich der Rundfunk- und Fernsehtechnik großgeworden sind. Mit der unglaublich raschen Ausweitung der Mikroelektronik kamen aber immer mehr Themengebiete hinzu, die die FUNKSCHAU mit ihrem alten Anspruch auf Universalität bearbeiten mußte. Daß diese Situation nicht auf Dauer bestehenbleiben konnte, war allen Beteiligten – im Verlag und auch außerhalb – klar.

Wer seinerzeit die Geburt der ELO verfolgte, zählte sich an den Fingern ab,



daß die FUNKSCHAU über kurz oder lang erneut „kalben" würde, als im Oktober 1978 das erste Heft mit der Banderole „mit 8 Seiten Mikrocomputer" erschien. Nun, es hat immerhin bis 1981 gedauert. Marktuntersuchungen, Leseranalysen, Industriebefragungen gingen voraus, um ein optimales Konzept sicherzustellen. Wir verschenken keine Zeitschriften, weil wir der Meinung sind, daß „mc" sein Geld wert ist. Und am Kiosk stimmen die Leser letztlich mit den Füßen ab.

Die FUNKSCHAU bekennt hiermit offen, daß sie von ihrem Konzept der Universalzeitschrift auf dem Elektronikgebiet abrückt. Zwischen den Redaktionen im Franzis-Verlag wurde eine Neuordnung vereinbart, die jeder der nun vier Zeitschriften ihren typischen Lebensraum zuweist. Dieser wird gekennzeichnet durch genau definierte Berichterstattung in bestimmten Themenbereichen einerseits und eine entsprechende Informationsaufbereitung für exakt beschriebene Zielgruppen andererseits. Über dieses Konzept werden wir noch ausführlich berichten.

Soviel kann aber heute schon gesagt werden: Die FUNKSCHAU wird sich schwerpunktmäßig auf angestammte Arbeitsgebiete wie Audio und Video – einschließlich der Rundfunk- und Fernsehtechnik – zurückbesinnen. Sie wird das pflegen, was zu diesen einseitig-gerichteten Kommunikationsformen besonders gut hinzupaßt: die zweiseitigen Kommunikationsformen aus dem Nachrichtenwesen, aus der Bürotechnik von morgen, aus den neuen Medien, die heute schon diskutiert werden. Eng damit verflochten ist die Meßtechnik – welche Werkstatt kann schon ohne Meßgeräte auskommen?

Wir sind ganz sicher, daß der jetzt eingeschlagene Weg von den meisten Lesern akzeptiert – wenn schon nicht bejaht – wird. Wenn Sie uns Ihre Meinung dazu sagen wollen: Unsere Leserbriefspalte steht Ihnen offen.

Klaus H. Knapp

Leitartikel
Geburtsanzeige 3

Leserbriefe
. 6

FUNKSCHAU aktuell
. 8

Informationen
. 40

FUNKSCHAU express
Aktuelle Nachrichten 47

Elektronik
Reduzierte Leistungsaufnahme – CMOS-Technologie erläutert am Mikrocomputer SAA 6000 51
Schreibgeschwindigkeit bis 50 m/s . 54
DC/DC-Konverter in Modulbauweise 54
Das Bindeglied – MOS-Transistoren als Leistungsschalter 55
Optoelektronischer Reflexkoppler . 57
Differenzrechner 57
Qualität sichern – Rasterelektronenmikroskopie am IC 58
Ein Fingerhut voll Intelligenz 61
Keine Atempause abzusehen – Die Halbleitertechnologie der nächsten Jahre 65

Rundfunktechnik
Kompakter VHF-FM-Umsetzer . . . 60
Umsetzer für den UKW-Bereich . . . 64
Durchstimmbarer Ballempfänger . . 69

Bauelemente
Vergoldete einpolige Steckverbinder 64

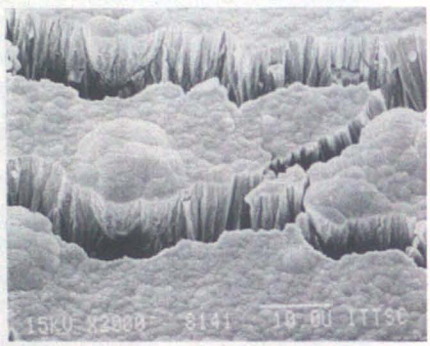
Meßtechnik
Signal aus dem Rauschen – Der Lock-in-Verstärker 67
Automatik-Meßplatz für Sprechfunkgeräte 69
Mobiler Kompakt-Meßplatz für TV-Umsetzer 72

Fernsehempfänger
Ohne Umschaltung: Fernseh-Netzteil 90...264 V 70

Audiovision
Bühnenbild auf Videoband 72

Halbleitertechnologien

Während für diskrete Halbleiter heute kaum noch Technologiefragen offen sind, so daß auch kleinere Unternehmen diese Bauelemente produzieren können, stellen die Technologien der Groß- und Größtintegration erhebliche Anforderungen an das Know-how der Hersteller. In mehreren Beiträgen werden verschiedene Prozesse für diese Integrationsstufen anhand von Beispielen näher erläutert, und Fachleute aus Industrie und Forschung beleuchten die technologischen und physikalischen Grenzen, wie sie sich derzeit abzeichnen. **Seite 51**



Lock-in-Verstärker

Für Meßzwecke kann es erforderlich sein, Signale auszuwerten, die vom Rauschen überdeckt sind. Hierfür bietet sich der Lock-in-Verstärker an, der eine Signalauswertung auch dann noch erlaubt, wenn die Rauschamplitude erheblich größer ist als die Signalamplitude. Voraussetzung dabei ist jedoch, daß ein Referenzsignal mit gleicher Frequenz und Phasenlage zur Verfügung steht. Am Ausgang des Lock-in-Verstärkers tritt dann eine dem Meßsignal proportionale Gleichspannung auf, die zur Anzeige gebracht wird. **Seite 67**

Fernseh-Netzteil

Für den Export in Länder mit Netzspannungen von 110 V hat ITT Schaub-Lorenz Fernsehgeräte bisher mit Greinacher-Spannungsverdopplerschaltungen ausgerüstet. Zwei neuentwickelte Netzteil-Adapter ermöglichen es jetzt jedoch, daß die damit ausgestatteten Empfänger ohne Umschaltung an Netzspannungen von 90 bis 264 V betrieben werden können. Wesentlich für die Konzeptfindung war, daß alle Geräte auch nachträglich mit den Adaptern bestückt werden können und daß in den Bauteilen der Schaltung gegenüber dem 220-V-Betrieb keine ungünstigeren Betriebsparameter auftreten. **Seite 70**

DLL-Bedienung

Bei der Entwicklung des neuen Autoreverse-Kassettendecks C 828 von Dual war man bestrebt, das Gerät so zu konzipieren, daß es trotz zahlreicher Sonderfunktionen noch relativ einfach und übersichtlich bedient werden kann. Eine

Besonderheit des C 828 ist die DLL-(Direct Load and Lock-)Bedienung. Hierbei läßt sich die Kassette direkt in den Kassettenrecorder einlegen bzw. entnehmen, ohne daß zuvor ein Kassettenschacht ausgeschwenkt oder ein Kassettenfenster geöffnet werden muß. **Seite 82**

Zum Titelbild

Ein Stammbaum unterschiedlicher Halbleitertechnologien bestimmt heute die Bauelementevielfalt am Markt. Sie werden häufig durch die unterschiedlichen Einsatzfälle – man denke nur an schnelle Schaltkreise auf der einen Seite und Leistungsanwendungen auf der anderen – bestimmt. Hand in Hand damit haben sich neue Meßverfahren eingebürgert. Unsere Aufnahme zeigt den Ausschnitt aus einem IC im Rasterelektronenmikroskop: Die Strukturelemente treten dabei plastisch heraus (zu unserem Bericht auf Seite 58). (Foto: Intermetall)

Car-Fidelity

Der normgemäße Einbauschacht im Armaturenbrett europäischer Mittelklassewagen erlaubt es nicht, dort alle Komponenten einer Auto-HiFi-Anlage unterzubringen. Bei der Car-Fidelity-Geräte-

serie von Fisher sind daher Bedienteil und Leistungsendstufe getrennt ausgeführt. Das Bedienteil enthält den Tuner, ein Kassettenabspielgerät und den Vorverstärker. Zwei Stereo-Endstufen mit 2 × 6 W bzw. 2 × 25 W ermöglichen je nach Kombination Ausgangsleistungen bis zu 2 × 50 W (Sinus). Für die Verlegung der Nf-Steuerleitungen zu den Endstufen fand Fisher eine interessante Lösung. **Seite 83**

Entfernungsliste

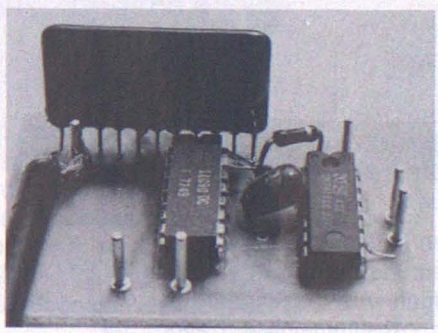
Funkamateure benutzen zur Angabe ihres Standortes meist die sogenannten QTH-Kenner – eine Kombination aus zwei Buchstaben, zwei Ziffern und nochmals einem Buchstaben (z. B. FI 69 D), die sich aus dem Längen- und Breitengrad errechnet. Für einen bestimmten Standort läßt sich nun mit Hilfe eines Basic-Rechners nebst Drucker eine übersichtliche Liste erstellen, die tabellarisch die Entfernungen zu anderen QTH-Kennern angibt. Das bietet den Vorteil, nicht bei jeder Funkverbindung erst den Computer einschalten zu müssen, um die Entfernung zu berechnen. **Seite 86**

Induktivitäts-Meßgerät

Ein Induktivitäts-Meßzusatz ermöglicht die Messung von Induktivitäten von 0 bis 100 mH in sechs Bereichen. Zur Anzeige dient ein Vielfach-Meßgerät oder ein 50-µA-Meßwerk. Da alle Bauteile – ausgenommen der Schalter zur Meßbereichs-Umschaltung – auf einer Platine untergebracht werden können, sind problemloser Nachbau und Funktionssicherheit gewährleistet. Bei der Konzeption der Schaltung wurde besonderer Wert auf die Beschaffbarkeit der Bauteile gelegt. **Seite 93**

700-MHz-Vorverstärker

Der Selbstbau von Vorverstärkern für Frequenzen über 150 MHz führt bei diskreter Bauweise oft zu erheblichen Schwierigkeiten. Der Einsatz einer Hybridschaltung mit nachfolgendem inte-



grierten Teiler und eine geeignete Leiterbahnführung auf der Platine ermöglichen jedoch einen Aufbau, der bei Beachtung der in dieser Bauanleitung angegebenen Hinweise bis 700 MHz arbeitet, ohne zum Schwingen zu neigen. Als Vorverstärker wird der Typ MC 5156 (NEC) verwendet. **Seite 95**

letzte nachricht... letzte nachricht... letzte nachr

Sanft zu entschlafen droht das in den USA noch immer weit verbreitete 8-Spur-Kassettensystem. Mit RCA wird sich jetzt die letzte der drei ursprünglichen Gründerfirmen aus dem Geschäft zurückziehen.

1972 warf bereits der Systemerfinder Lear Jet das Handtuch, im letzten Jahr zog sich Motorola vollständig aus dem Autoradiogeschäft zurück: Das Unternehmen war seinerzeit der erste Gerätelizenznehmer.

RCA hatte bereits früher alle Audio-Produkte fallen lassen. Mit der nach langen Erörterungen gefallenen Entscheidung gibt man jetzt auch den Autoradio-, Bandgeräte- und CB-Bereich auf. Bereits seit zwei Jahren wurden hier rote Zahlen geschrieben. 75% der Umsätze wurden mit der Ausrüstung von Neuwagen gemacht.

Grundlagen

Bauelemente in Theorie und Praxis, 33. Teil 77

Elektroakustik mit HiFi

Musisch-technisches Seminar 79
Infrarot-Fernsteuerung für Minianlage 81
Brutal linear 81
Schaltbarer Abstrahlwinkel 81
Autoreserve-Kassettendeck 82
Nf-Leistung nach Wunsch – HiFi im Auto 83

Amateurfunk

Gebrauchstest: FT-480 R – Klein aber oho 85

Mikrocomputer

Entfernungsliste für Basic-Rechner 86
Acht Seiten machen sich selbständig 87
TI-59 berechnet Entfernungen aus QTH-Kennern 87
PET tilgt Raten 88
Eine PROM-Weiche für den AIM-65 88
Bausparen mit Basic 89
Zufallszahlen mit Z 80 und 6502 ... 92
Repeat-Funktion beim CBM 3001 . 92

Praxis & Hobby

Induktivitäts-Meßgerät 93
Vorverstärker und Teiler für 700 MHz 95
Schaltungskniff: Treppenhauslicht mit Dimmereffekt 96
Zählbereich des SDA 5680 erweitert: Frequenzzähler für LMK- und UKW-Empfänger 97
Schaltungskniff: Widerstands-Messung mit DVM 98

Werkstattpraxis

Adapterkabel hausgemacht 99
Schwingen des Zf-Verstärkers 99
Schwacher Kontrast 100

Rubriken

Neue Bücher 101
Neue Druckschriften 102
Neuheitenmarkt 105
Impressum 12

Zweitbatterie im Auto

FUNKSCHAU 1981, Heft 5, Seite 99

Einfacher, wartungsfreier und billiger als vom Autor beschrieben ist es, wenn eine dicke Diode zwischen beide Batterien geschaltet wird, die automatisch gegen Entladung und vor Überladung schützt.
Wenn man die Zündung wahlweise an die serienmäßige und die Zusatzbatterie anschließen kann, springt der Wagen besser an, wenn die Batterie unter ungünstigen Umständen wegen der Belastung durch den Anlasser so sehr in die Knie geht, daß die Zündspannung nicht mehr erreicht wird.

Werner Stier,
Hövels

□

Der Bastlers Leid...

Zum Nachbau des Kapazitätsmeßgerätes aus Heft 26/1980 der FUNKSCHAU benötigte ich u. a. zwei Dioden BAV 45. In allen mir bekannten Elektronikläden im Frankfurter Raum war dieser Typ nicht aufzutreiben. Bis ich durch den Tip eines Freundes auf einen äußerlich unscheinbaren Laden in Offenbach stieß. Der Inhaber wälzte Datenbücher und bestellte telefonisch die Dioden in Hamburg. Bereits am nächsten Nachmittag konnte ich sie in Empfang nehmen.
Die nächste Episode in einem anderen, großen Fachgeschäft verlief nicht so erfreulich. Für eine Gegentaktendstufe brauchte ich zwei in den Werten möglichst ähnliche Transistoren. Mit einem Transistortester wollte ich mir das Pärchen selbst ausmessen. Der Verkäufer, ein langjähriger Mitarbeiter der großen Frankfurter Firma, gab mir eine Handvoll der beiden Typen, und ich machte mich an die Arbeit. Beim Durchmessen stellte ich fest, daß sich von zehn Transistoren bereits drei im Siliziumhimmel befanden. Diese legte ich abseits, um sie dem Verkäufer gesondert zurückzugeben.
Der Verkäufer hörte sich alles an, sagte jaja – und warf sämtliche Transistoren, einschließlich der defekten, wieder in die große Schachtel zurück. Er wartete damit nicht einmal, bis ich den Laden verlassen hatte. Nebenbei bemerkt – über uns hing das große Schild mit der Aufschrift: „Bitte haben Sie Verständnis dafür, daß wir Halbleiter nicht umtauschen".

Günter Odebrecht,
Eschborn/Ts.

□

Kundenbetreuung

FUNKSCHAU 1980, Heft 24, Seite 6 und FUNKSCHAU 1981, Heft 2, Seite 6

Die von den Lesern geschilderten Erfahrungen kann ich voll bestätigen. Als sich die Potis der Abstimmeinheit meines Grundig-Farbfernsehers aufgelöst hatten, fuhr ich zur hiesigen Vertretung. Großes Schild im Verkaufsraum: „Verkauf nur an den Fachhandel." Daraufhin Nachfrage beim Händler: „Wir beschaffen das Modul, aber nur, wenn wir den Austausch vornehmen." Ich dankte und fuhr wiederum zur Vertretung. Mit List und Tücke („...ich komme von Fa. XYZ...") ergatterte ich das Modul.
Ähnliches erlebte ich bei Blaupunkt. Ein über den Fachhandel bezogener Antennenstab für ein zehn Jahre altes Schwarzweiß-Portable kostete stolze 56 DM.
Die deutsche Unterhaltungselektronik jammert über die Japaner. Vielleicht sollte sie auch einmal diesen Teilaspekt betrachten und vom hohen Roß herabsteigen.

Ing. (grad.)
Hans Joachim Junge,
Berlin

Tasten-Telefon

FUNKSCHAU 1981, Heft 4, Seite 87

Zur Notstromversorgung der Schaltung verwende ich statt der teuren Flachzellen zehn Alkali-Mangan-Mignon-Zellen. Die muß ich zwar jedes Jahr auswechseln, was ich jedoch in Kauf nehme. Eine kleine Änderung ist dann im Netzteil erforderlich: der 100-Ω-Widerstand muß entfallen.

Kurt H. Kneusch
München

□

Konvergenzfehler

FUNKSCHAU 1981 Heft 2, Seite 93

In diesem Bericht der Rubrik „Werkstattpraxis" ist von zwei verschiedenen Reglern mit unterschiedlichen Funktionen die Rede, denen im Text und in der Skizze falsche Wirkungen zugeordnet sind.

Ändert sich die Konvergenz auf dem Schirm in horizontaler Richtung, kann nur der Regler R 702 beteiligt sein. Dieser Regler ist ein 6,8-Ω-/3-W-Drahtregler und wurde vom Gerätehersteller nicht geändert.

Eine Verschiebung der Konvergenz in vertikaler Richtung ergibt sich bei Änderung des Wertes von Regler R 703. Dieser Widerstand war anfangs als Kohleschichtregler von 100 Ω vorgesehen, wurde dann wegen mangelnder Langzeitkonstanz der Kohlebahn in einen 100-Ω-/2-W-Drahtregler geändert.

Sollte der Regler R 703 einen Temperaturfehler in dem von Herrn Peterburs untersuchten Gerät gezeigt haben, dann muß auch der von ihm beobachtete Konvergenzfehler als Verschiebung in vertikaler (und nicht wie im Text: in horizontaler) Richtung aufgetreten sein.
Hat Herr Peterburs jedoch tatsächlich ein Konvergenzverschieben aufgrund von Temperaturunterschieden in horizontaler Richtung beseitigt, so kann er dies nicht durch Wechseln des ihm zugesandten R-703-Reglers von 100 Ω/2 W erreicht haben. Kundendienst-Zentrum
Grundig AG,
Nürnberg

□

CB-Händler als Betrüger?

Mit den neuen 22-Kanal-„FM"-Geräten kann es dem Händler derzeit übel ergehen: Der Kunde kaufte eines dieser neu zugelassen Geräte, die jetzt als großer Schlager angepriesen werden (es sind ja zehn Kanäle mehr als bisher!).

Nach wenigen Tagen kommt der Kunde – sehr erbost – zurück und beschwert sich darüber, daß das teure neue Gerät nicht funktioniert. Er versteht die anderen Stationen nicht, und die anderen können ihn nicht verstehen. Die hätten „nämlich eine andere Modulation". Bei rund hundert Versuchen habe er nur zwei Partner gefunden, die mit ihm sprechen konnten – und das auch nur in den „alten" Kanälen. Das sei Betrug, denn er könne ja nicht mit den rund 1 Mio. derzeitigen CB-Funkern sprechen. Nur mit ganz wenigen und auf den neuen Kanälen überhaupt nicht. Ich hätte ihn „angeschmiert" und müßte das Gerät zurücknehmen.

Man muß dem Kunden eigentlich sagen, daß dies die neue Gscheidle-Lösung für CB ist. Noch einmal werde ich mich nicht in eine solche Lage bringen lassen. Von diesem schon immer problematischen CB-„Geschäft" habe ich genug!

Karl Ditsch,
Info Telecom,
Uhingen

Industrie

Die Pioneer Advent Corp., amerikanischer Hersteller von Großbild-Fernsehgeräten, ist in finanzielle Schwierigkeiten geraten, die einen Konkurs nicht ausschließen. Die optimistischen Erwartungen dieser Branche haben sich bisher nicht erfüllt. Das liegt einerseits an den hohen Preisen (5000 bis 10 000 DM) und andererseits sicherlich am Platzmangel in den Wohnungen der Verbraucher. Das heute am Markt befindliche Spitzenmodell kostet über 20 000 DM und hat eine Bildschirmdiagonale von mehr als drei Metern.

In unserer Meldung über den ITT-Umsatz (FUNKSCHAU-express 6/81) ist uns ein Kommafehler unterlaufen: Der Jahresumsatz stieg um 8 % auf 28,3 Mrd. Dollar. Kenner haben dies längst gesehen, da sich sonst ein Reingewinn von einer Höhe von über 30 % ergeben hätte; selbst für ITT ein Traumschloß!

Die CII Honeywell Bull hat eine Minderheitsbeteiligung an der erst kürzlich von Gene Amdahl gegründeten Acsys (Amdahl Computer Systems) erworben. Die französisch-amerikanische Computergesellschaft will sich dabei Technologie für hochentwickelte integrierte Schaltkreise einkaufen. Ein Erwerb von Know-how, um in den Sektor der IBM-kompatiblen Geräte einzudringen, wurde dementiert.

Auch Sanyo konnte im vergangenen Geschäftsjahr hohe Zuwachsraten bei Gewinn und Umsatz erzielen. Der Umsatz wuchs um mehr als 20 % auf über 900 Mio. DM. Der Reingewinn stieg gar um 46 % auf ca. 30 Mio. DM. Sanyo ist nicht nur im Gebiet der elektrischen Hausgeräte tätig: Neben Elektronik-Produkten baut man auch Maschinen für die Industrie, die Öl- und Gasförderung.

Ein Umsatzwachstum um 12 % auf 410 Mio. DM verzeichnete die Deutsche Telefonwerke und Kabelindustrie AG (DeTeWe) im vergangenen Geschäftsjahr. Knapp 5000 Mitarbeiter entwickeln und produzieren Fernsprech-Anlagen für das öffentliche Telefonnetz sowie Nebenstellenanlagen und Endgeräte für die Kommunikationstechnik. Zwei Tochtergesellschaften, die Francotype und die Postalia sind auf dem Gebiet der Postbearbeitungssysteme tätig. Ihr Umsatz stieg um 9 % auf 66 Mio. DM gegenüber dem Vorjahr.

Einen gewaltigen Umsatzsprung um 77 % erreichte Commodore im Geschäftsjahr 1980. Aus einem Umsatz aus 125 Mio. Dollar konnte ein Nettoertrag von über 16 Mio. Dollar erwirtschaftet werden – eine Umsatzrendite von fast 13 %. Größten Anteil am Umsatzzuwachs hatte der Bereich Computersysteme mit einem Plus von 66 %. Für das laufende Jahr rechnet Irving Gould, Aufsichtsratsvorsitzender des Unternehmens, mit einem Umsatz von 185 Mio. Dollar und einem Reingewinn von 25 Mio. Dollar. In der Bundesrepublik ist Commodore nach eigenen Angaben beiTischcomputern Marktführer.

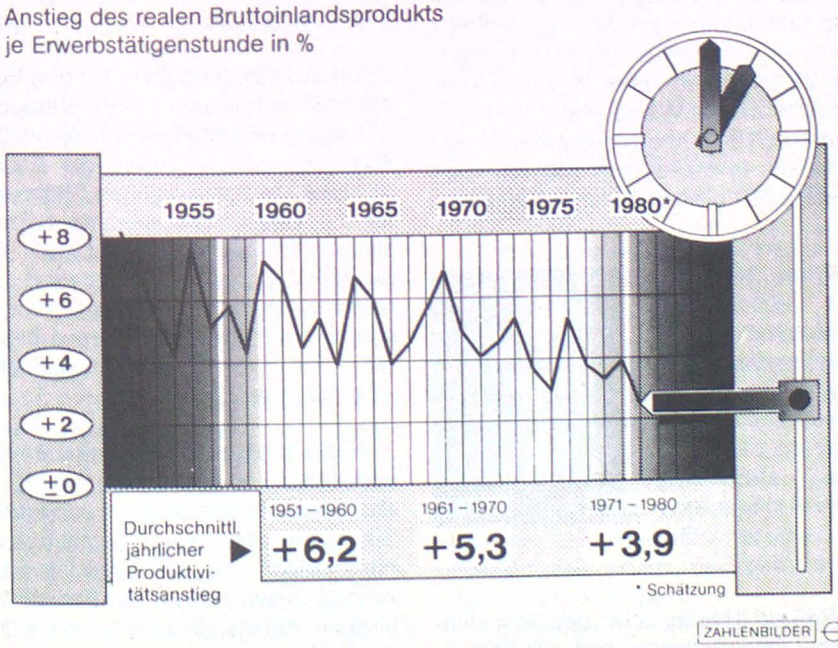
Einen Auftrag über 200 000 neue Telefonanschlüsse im Gegenwert von rund 1 Mrd. Gulden haben Philips und die schwedische L.M. Ericsson aus Saudi Arabien erhalten. Die Hälfte der Anschlüsse sollen bereits in digitaler Vermittlungstechnik geliefert werden. Darüber hinaus erhielt Philips von den Arabern einen Auftrag über die Lieferung von Glasfaserkabeln für 1920 Sprechkreise.

Auf knapp eine halbe Million Farbfernsehgeräte mit dem FM 120-Einplatinen-Chassis hat Blaupunkt seine Fertigung in Hildesheim ausgelegt. Seit August 1980 wird die Produktion hochgezogen: Das 150 000ste Chassis wurde kürzlich ausgeliefert.

Auf die Mini-Disk angesprochen, meinte Josef Stoffels, Vorstandsvorsitzender der Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH vor Journalisten: „Natürlich setzen wir uns weiterhin für unser System ein – wir werden aber auf

Arbeitsproduktivität 1951 – 1980

Anstieg des realen Bruttoinlandsprodukts je Erwerbstätigenstunde in %



Das Tempo des Produktivitätsanstiegs in der deutschen Wirtschaft hat sich abgeschwächt. Während das Produktionsergebnis je Erwerbstätigenstunde in der Wiederaufbauphase der fünfziger Jahre noch um 6,2 % im Jahresdurchschnitt gewachsen war, fiel die Produktivitätsrate in den sechziger Jahren auf 5,3 % und in den siebziger Jahren weiter auf 3,9 % pro Jahr. Die Stundenproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe hat jedoch, wie eine Untersuchung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung zeigt, während der vergangenen drei Jahrzehnte nahezu konstant um rund 5,5 % im Jahr zugenommen.

Bis in die jüngste Vergangenheit waren die entscheidenden Produktivitätsfortschritte im Bereich der Fertigung erzielt worden. Neuerdings tritt jedoch die Leistungssteigerung im Dienstleistungsbereich, in den Büros und Verwaltungen in den Vordergrund.

keinen Fall entgegen den Handelsinteressen einen Alleingang machen. Die Kollegen von Philips haben mit ihrem System den Vorteil, daß Raubpressungen vermieden werden können. Unser System bringt als Pro auf die Waage, daß mit den Pressungen sofort begonnen werden könnte." Ein Schwanengesang?

Polaroid – bisher ausschließlich auf dem Fotosektor tätig – geht in die Konsumelektronik. Der Start beginnt mit einer Türüberwachungsanlage, die nicht nur Alarm auslöst, sondern im Alarmfall auch noch eine Sofortbild-Aufnahme vom Störenfried macht. Das Ganze soll für weniger als 40 DM angeboten werden.

Für Oktober dieses Jahres ist die Einführung des Video High Density-Plattensystems (VHD) in Japan vorgesehen. Nach Mitteilung der VHD Programs und der VHD Disc Mfg. (beide Gemeinschaftsunternehmen von GE, JVC, Matsushita sowie Thorn-Emi) soll der Start mit einem Eröffnungsangebot von etwa 100 Titeln erfolgen. Im Januar 1982 will man an den US-Markt gehen, im Juni 1982 nach Großbritannien.

Auf 370 Mrd. Dollar schätzt Mackintosh den Weltelektronikmarkt in diesem Jahr. Bei einem erwarteten realen Wachstum von 8,5 % pro Jahr dürfte damit in zehn Jahren ein Marktvolumen von 850 Mrd. Dollar erreicht werden – das entspricht dem Dreifachen der heutigen Marktgröße in der Automobilbranche. In den Wachstumsraten dürften sich die einzelnen geografischen Gebiete unterscheiden: Der bereits gut entwikkelte US-Markt kommt auf etwa 7 %, in Japan dürften 8 % erreichbar sein, in Europa sogar 9 %. Die Bundesrepublik dürfte mit 10 % p.a. wohl den Vogel abschießen – so meint Dr. Ian Mackintosh, der Vorstandsvorsitzende der Beratungsfirma.

ADS/Anker International sucht nach Aussagen seines Präsidenten nach einem Partner für den weiteren Ausbau des Geschäftes. Über die beabsichtigte Höhe der Beteiligung schwieg er sich allerdings aus. Im vergangenen Jahr wurde ein Weltumsatz von 230 Mio. DM erzielt, wovon zwei Drittel an die Bundesrepublik fielen.

Nach Berichten aus Canberra beabsichtigt National Semiconductor, in Australien eine Fabrik für Silizium-Wafer zu bauen. Die Ansiedlung macht das Unternehmen allerdings davon abhängig, daß die australische Regierung finanzielle Anreize in Höhe von etwa ein Drittel der Investitionssumme zur Verfügung stellt.

Rund 108 Mrd. DM Umsatz erarbeitete die deutsche Elektroindustrie im vergangenen Jahr. Hauptwachstumsträger war wieder die Nachrichtentechnik mit +11 %. Für das laufende Jahr erwartet der ZVEI-Präsident Wolfgang Seeling ein Stagnieren auf hohem Niveau. In den letzten Monaten ging die Beschäftigungszahl um 14 000 auf unter eine Million zurück.

Zur Person

Andreas Brandt, seit über 10 Jahren im Bereich der Unterhaltungselektronik als Kooperations-Spezialist bei den Fachhändlern bekannt, hat am 1. April seine Geschäftsführerposition bei der Ruefach abgegeben. Seinem langgehegten Wunsch folgend, will er künftig als neutraler Berater im Umfeld Fachhandel/Hersteller selbständig tätig werden.

Ron Burnip wird neuer Marketing Manager für Europa der in Kalifornien ansässigen AMI Microsystems Corporation.

Prof. Erich Schott, mehr als ein halbes Jahrhundert dem Glaswerk Schott & Gen. an der Spitze verbunden, wurde am 29.3.1981 90 Jahre. Seine Lebensaufgabe war die Wiedererrichtung des in Jena nach dem Krieg enteigneten Unternehmens in Mainz, das von der Carl-Zeiss-Stiftung als Eigentümerin gehalten wird.

Erich Neumerkel, Gründer und Seniorchef der gleichnamigen Elektronik-Großhandelsfirma, beging am 13. 4. seinen 70. Geburtstag – noch immer aktiv im eigenen Geschäft tätig.

Wilfried Klewin, Leiter des Zentralbereichs Öffentlichkeitsarbeit der Brown, Boveri & Cie., wurde zum Vorsitzenden des Ausschusses für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des ZVEI gewählt. Geschäftsführer des Ausschusses ist **Dieter Rath,** Leiter der ZVEI-Presseabteilung.

Klaus Schütz, ehemals Regierender Bürgermeister von Berlin und gegenwärtig Botschafter in Israel, wird zum 1. Juni 1981 sein neues Amt als Intendant der Deutschen Welle antreten. Er folgt Konrad Ahlers, der nach nur kurzer Amtszeit am 19.12.1980 verstarb.

Handel

Im vergangenen Monat hat der Bundesgerichtshof in Karlsruhe entschieden, daß Schallplatten dann nicht in die Bundesrepublik eingeführt werden dürfen, wenn ein Titel mit der gleichen Aufnahme auch in Deutschland hergestellt wird. Die Polygram GmbH hatte mit einer Klage gegen einen Importeur aus Israel auf Unterlassung dieser Importe gedrängt und jetzt Recht bekommen. Die Begründung stützte sich auf das deutsche Urheberrechtsgesetz.

Einzige Ausnahme bei den bisherigen Preiserhöhungen für braune Ware ist bisher die Grundig AG. Während alle andern Mitbewerber – die Japaner eingeschlossen – ihre Preise zwischen 2,5 % und 15 % hinaufsetzten, prüft man in Fürth gegenwärtig noch die Lage. Zuletzt hatte Grundig seine Preise im Oktober 1980 um durchschnittlich 3–5 % angehoben.

Ein zusätzliches Bein für den Funk-Fernsehfachhandel will Blaupunkt mit seinen Bildschirmtext-Aktivitäten schaffen. Hier hat man die Absicht, nicht nur die firmeneigenen Stützpunkte für die Geschäftsausweitung heranzuziehen, sondern auch die örtlichen Blaupunkt-Fachhändler. Man betont, daß man aber im Schwerpunkt ein Unternehmen der Unterhaltungselektronik bleiben will – mit einer neuen Produktabteilung „Technische Erzeugnisse".

In den USA sind jetzt erstmals Kassettenfälschungen aufgetaucht, die das Sony-Markenzeichen verwenden. Sie tragen zwar die Herkunftsbezeichnung „Made in Japan", stammen aber vermutlich aus Taiwan. Sie sind an einer billigen Kunststoffkassette erkennbar, am lauten Lauf sowie an schlechten Oxid-Schichten, die schlechte Wieder-

gabeergebnisse bringen. Sie kamen vor allem in New York rund um den Times Square in den Vertrieb.

Die Interfunk Einkaufsgenossenschaft dürfte im vergangenen Geschäftsjahr (am 31. 3. endend) gut 1 Mrd. DM umgesetzt haben. Das entspricht einem Wachstum von 9 %. Auf der Interfunk-Börse in Flims zeigten über 100 Aussteller ihr Geräteprogramm. Alle namhaften europäischen und japanischen Hersteller waren dort vertreten. Man rechnet damit, daß 90 % der Interfunk-Mitglieder in Flims gewesen sind, um ihre Disposition für das neue Geschäftsjahr wahrzunehmen. Im Umfeld der Börse hörte man, daß ein neuer „Hauslieferant" (Graetz?) auf Teilgebieten im Gespräch ist.

Die EG-Kommision hat Frankreich die Ermächtigung erteilt, seinen Markt gegen Billigimporte von Fernseh- und Rundfunkgeräten abzuschirmen. Betroffen sind Japan, Taiwan, Südkorea und Hongkong.

Neues Vertriebskonzept von Telefunken

Der Vorhang ist gelüftet: Das lange von Geheimnissen umwitterte neue Vertriebskonzept der Telefunken Fernseh- und Rundfunk GmbH liegt auf dem Tisch. Es sieht im wesentlichen die Gründung einer neuen Gesellschaft, der Telefunkenpartner GmbH vor, die das Handelsmarketing der Mutter durchsetzt. Dazu gehört ein Rückgriff in das Handelsgesetzbuch, wo man das Konzept eines Kommisions-Verhältnisses ausgegraben hat. Dieses Grundmuster wurde durch Rahmenvereinbarungen und spezielle eigene Firmenmaßnahmen zum Konzept der neuen Vertriebspolitik.

Warum das Ganze?

Die Situation in der Branche ist überall gleich: Große Überkapazitäten, der steigende Druck der Fernost-Anbieter, ein stagnierender Markt in vielen Bereichen ist die eine Seite. Die andere ist eine Modell- und Typenschwemme in allen Segmenten, die Unsicherheiten hinsichtlich der weiteren Anwendung der Vertriebsbindung sowie der Lieferzwang für die bekannten deutschen Marken nach Paragraph 26.2 GWB (im Gegensatz zum selektiven Vertrieb der meisten Fernostanbieter).

Daraus resultiert eine unbefriedigende Erlös- und Kostensituation bei den Herstellern und beim Handel sowie ein ruinöser Wettbewerb auf allen Ebenen.

Mit einem neuen Konzept will Telefunken (Marktanteil in der Bundesrepublik bei der braunen Ware etwa 10 %) „heilige Kühe schlachten". Dabei hat man auf der einen Seite den Abbau des bisherigen Konditionssystems mit seiner Vielzahl von Rabatten im Auge, auf der anderen Seite eine Reduzierung der Produktpalette um die Vielzahl der Exklusivgeräte, Nebenmarken, Handelsmarken und Sonderauflagen für Einkaufsgenossenschaften.

Davon verspricht man sich wieder größere Serien und damit einen besseren Beitrag zur Kostendeckung; vom Abbau der Rabatte zugunsten weniger, klar umrissener Pauschalzahlungen und Provisionen erhofft man eine bessere Markttransparenz.

Wie das Konzept aussieht

Da sich ein Unternehmen wie Telefunken eine eigene Ladenkette nicht leisten kann, wird man die Geräte in Zukunft über den Fachhandel im Namen des Händlers, aber für Rechnungen von Telefunken verkaufen. Diese Art des Vertriebs könnte man auch als Kommisions-Geschäft bezeichnen. Es bedeutet, daß die Produkte zu festen Preisen (und damit zu garantierten Handelsspannen) angeboten werden können.

Diese Art des Vertriebs ist weiter verbreitet, als man gemeinhin meinen möchte. Eine bekannte Automobil-Marke führt das Geschäft mit ihren Niederlassungen und Vertragswerkstätten auf ähnliche Weise. Auch Versandhäuser operieren letztlich nicht anders, da auch sie feste Marktpreise vorgeben.

Der entscheidende Punkt liegt darin, daß Telefunken letztlich das Lagerrisiko trägt.

Jeder qualifizierte Fachhändler kann Mitglied der Telefunkenpartner GmbH werden. Das gesamte Telefunkenpartner-Programm wird nur an Mitglieder geliefert. Es gibt keine Nebenprogramme. Jeder Händler kann nur einen Vertrag schließen: Entweder mit Telefunken oder mit einem Großhandelspartner. Die Bedingungen sind immer gleich.

Telefunken stellt dem Partner vom geplanten Jahresumsatz ein Viertel

Telefunken-Chef Stoffels: Heilige Kühe schlachten.

als Ausstellungsware zur Verfügung. Das Unternehmen übernimmt die volle Finanzierung des Warenbestandes und das Lagerrisiko sowie die Versicherungskosten. Das Sortiment stellt jeder Partner nach eigener Wahl zusammen: Mit 30 000 DM Händlerumsatz ist man bereits dabei.

Telefunken setzt für sein Sortiment die Abgabepreise an den Endverbraucher auf einer konkurrenzfähigen Basis fest. Die jeweiligen Preise sind Barpreise. Die Abrechnung mit Telefunken wird vom Händler nur einmal im Monat nach Verkauf der Ware an den Endverbraucher vorgenommen.

Der Händler erhält für den Verkauf der Produkte eine Provision, die die Kosten deckt und ihm einen Ertrag sichert. Erste Zahlen gehen von einer Basisprovision von 21 % bis 23 % aus, einer Servicepauschale von 1,9 %, einer Werbungspauschale von 1,5 % sowie von einer Quartalsprovision von 2 %.

Sonderrabatte wie bisher gibt es nicht. Im übrigen verkauft der Händler weiterhin unter seinem Namen, das heißt auf seinen eigenen Geschäftspapieren. Rechtsbeziehungen entstehen nur zwischen dem Einzelhandelspartner direkt und Telefunken. (Siehe auch Kommentar auf der nächsten Seite) Kp.

Poker auf Zeit

Daß das in Deutschland praktizierte Vertriebssystem auf dem Gebiet der Unterhaltungselektronik marode ist, wird wohl von niemandem ernsthaft bestritten werden. Zu undurchsichtig sind die Konditionen geworden, zu einseitig wurden die „Großen" im Handel bevorzugt.

Daß ausgerechnet Telefunken nunmehr einen Vorstoß zur Bereinigung der Situation unternimmt, kann man nur noch als „Flucht nach vorne" interpretieren. Zu lange ist vielerorts an den Symptomen, nicht an der Ursache herumgedoktert worden: Mit Kitt-in-die-Fugen-schmieren konnte das brüchige Mauerwerk nicht mehr repariert werden.

Insoweit verdient das neue Konzept mehr als nur höfliche Aufmerksamkeit. Daß der Weg dornig werden wird, steht außer Zweifel:

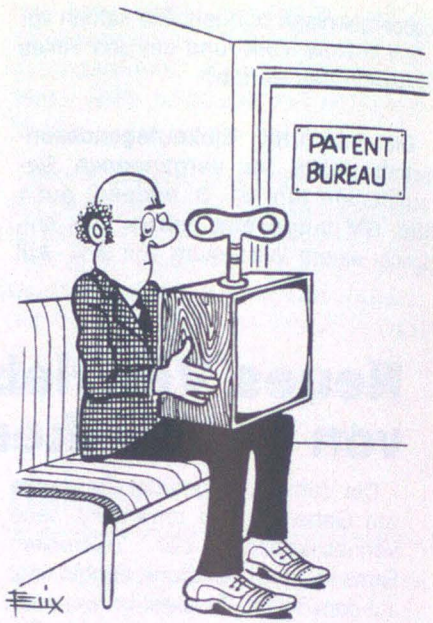
Das Bundeskartellamt in Berlin sieht die Lage durchaus anders als Telefunken. Man hält das neue Vertriebssystem trotz der gewählten Rechtskonstruktion der Kommissions-Verträge für unzulässig im Sinne einer verbotenen Preisbindung. Es ist sicher damit zu rechnen, daß das Kartellamt zu dem vorliegenden Entwurf eine ausdrückliche Stellungnahme des Bundesgerichtshofes herbeiführen wird.

Der Optimismus von Telefunken erklärt sich aus den bisherigen Entscheidungen des Bundesgerichtshofs: Danach verstößt es sich nicht gegen kartellrechtliche Vorschriften, wenn im Kommissionsverhältnis für die Kommissionsware feste Preise zu Grunde gelegt werden. Sinngemäß Gleiches hat auch die EG-Kommission in Brüssel geäußert.

Wie von Telefunken mitgeteilt wird, soll gegen das vom Kartellamt angekündigte Verfahren Beschwerde eingelegt werden. Damit könnte Telefunken bis zu einer endgültigen Klärung durch den BGH in Karlsruhe sein Telefunkenpartner-Konzept erst einmal realisieren, und bei der Terminbelastung unserer höchsten Richter darf man wohl davon ausgehen, daß dies ungestört für ein paar Jahre gelten könnte.

Eine „Umklammerung der Händler", wie sie eine große deutsche Tageszeitung befürchtet, sehen wir eigentlich nicht: Erstens muß niemand mit Telefunken Geschäfte machen und zweitens leben ja offensichtlich in anderen Branchen Händler ganz gut mit diesem Verfahren.

Kp.



Veranstaltungen

Ein Chefseminar über Mikroelektronik führt Texas Instruments am 19. 5. 1981 in Frankfurt durch. In dem eintägigen Seminar werden die Grundlagen behandelt, Beurteilungskriterien für Mikroprozessoren gegeben und Einsatzanalysen gemacht. Anmeldung bei TI, 8050 Freising.

Produktivitätssteigerung in der Fertigung heißt das (englischsprachige) Seminar, das vom 14.–15. 5. 81 in London stattfindet. Informationen beim American Institute of Industrial Engineers, c/o State of the Art, Ltd., Victoria House, Suite 501, Southampton Row, London WC1B 4EF.

Zwei Seminare über elektromagnetische Verträglichkeit führt die Schaffner-GmbH in diesem Frühjahr durch: In Hamburg am 3. 6. und in Frankfurt am 4. 6. 81. Einladungen gibt's bei der H. Schaffner GmbH, Theodor-Rehbock-Straße 5, 7500 Karlsruhe 1.

Digitale Filter und Spektralanalyse sind Gegenstand eines 4tägigen Kurses, der von der Integrated Computer Systems in München vom 19. bis 22. Mai angeboten wird. Die FORTRAN-4-Computerprogramme zum Entwurf solcher Filter gehören zu den Kursunterlagen. Anmeldungen bei ICS, Leonrodstr. 54, 8000 München 19.

kreuz und quer

Asternetics, Distributor für ML-Bauelemente und industrielle Meßgeräte, hat ein neues Vertriebsbüro in 6085 Nauheim, Kranichstr. 58, eröffnet.

EG&G Reticon, einer der führenden Hersteller von Festkörperbildsensoren, hat jetzt eine eigene Niederlassung in Deutschland in der Hohenlindener Straße 12, 8000 München 80.

Ein Distributor mit 30 Mio. DM Jahresumsatz entstand durch den Aufkauf von Cosmos Electronic (München) und Herbert M. Müller (Wuppertal) durch die Astronic GmbH in München.

Noch immer scheinen unseriöse Verlage auf Bauernfängerei aus zu sein: Wie die Post mitteilt, wird im Rheinland für ein „Vier-Länder-Telexverzeichnis" geworben, bei dem der Namenseintrag die stolze Summe von 597,– DM kosten soll. Im amtlichen Telexverzeichnis der Post ist jeder Eintrag bis zu drei Zeilen wie immer gratis.

Marconi Meßtechnik ist umgezogen in erweiterte Büroräume vor München. Die neue Anschrift lautet: Landsberger Str. 65, 8034 Germering.

Schlumberger konzentriert seine Aktivitäten im Testerbereich: Für die Bundesrepublik hat jetzt die Macroton GmbH, München, alle Vertriebsrechte für die Schlumberger-Testsysteme der Produktgruppen Fairchild, Faultfinder, Membrain und Enertec übernommen.

Auf der Jahreshauptversammlung der erst vor drei Jahren gegründeten Planetfunk-Kooperation wurde der Vorstandsvorsitzende Ernst B. Thies und die anderen Vorstandsmitglieder in ihren Ämtern bestätigt. Die Planetfunk zählt heute mehr als 700 Fachhandelsbetriebe.

Peter McAdam, B. Sc.

Reduzierte Leistungsaufnahme

CMOS-Technologie erläutert am Mikrocomputer SAA 6000

CMOS-Schaltungen bieten heute dem Anwender eine Reihe von handfesten Vorteilen. Sie können über weite Versorgungsspannungsbereiche arbeiten (etwa 1,5 V bis 15 V), haben sehr geringe Leistungsaufnahme und können Daten fast so schnell verarbeiten wie NMOS-Schaltungen. Reine NMOS- oder PMOS-Schaltungsteile können mit CMOS-Schaltungsteilen auf dem gleichen IC kombiniert werden, sogar Zenerdioden für Schutzzwecke lassen sich mitintegrieren.

Mit zunehmender Komplexität integrierter Schaltungen steigen auch die Anforderungen an den Herstellungsprozeß. Die CMOS-Technologie war schon immer sehr aufwendig, weil auf einem Silizium-Substrat sowohl P-Kanal- als auch N-Kanal-Transistoren untergebracht werden müssen, ohne die Eigenschaften beider Typen zu verschlechtern. Die Herstellung von CMOS-ICs erfordert daher wesentlich umfangreichere Prozeßkontrollen, als sie für die Herstellung mit NMOS- oder PMOS-Prozessoren allein notwendig sind.

Aus der Zusammenarbeit mit Japanern

Vor mehreren Jahren schon war zu erkennen, daß japanische Halbleiterhersteller durch die Entwicklung von ICs mit kleiner Leistungsaufnahme für den Einsatz in Taschenrechnern eine Führungsposition auf dem Gebiet der CMOS-Technologie erreicht hatten. ITT Intermetall vereinbarte daher vor einigen Jahren die Zusammenarbeit mit einer japanischen Firma, die sich auf die Produktion von CMOS-ICs spezialisiert hat. Aus dieser Zusammenarbeit und aufbauend auf der eigenen CMOS-Aktivität entstand nach umfangreichen Entwicklungsarbeiten eine Low-Threshold-Metal-Gate-CMOS-Technologie, mit der komplexe ICs hoher Packungsdichte und kleiner Leistungsaufnahme, zuverlässig in großen Stückzahlen hergestellt werden können. Verglichen mit „normalen" CMOS-Prozessen erfordert dieser LCMOS-Prozeß zwar einen höheren Aufwand, trägt aber entscheidend zur Stabilität des Prozesses bei.

Mit dem LCMOS-Prozeß werden heute ICs für Anwendungen in den Bereichen Fernmeldewesen, Unterhaltungselektronik und Kfz-Elektronik produziert, so auch der 4-Bit-Mikrocomputer SAA 6000. Dieser Einchip-Mikrocomputer (*Bild 1*) enthält auf einer Fläche von 5,1 mm x 6,1 mm = 31 mm² etwa 40 000 Transistoren. Seine Leistungsaufnahme beträgt 50 µW (Stand by) und 150 µW im Betrieb.

Der SAA 6000 ist in 6-mm-Geometrie ausgelegt, d. h. die Leiterbahnbreite, die Abstände dazwischen sowie die Transistor-Abmessungen auf dem Chip haben alle eine Breite oder Kantenlänge von 6 µm. Obwohl heute für manche ICs bereits kleinere Abmessungen benutzt werden, muß man berücksichtigen, daß es sich hier um einen ausgereiften Prozeß handelt, mit dem Bauelemente in Großstückzahlen produziert werden.

Prozeßentwicklungs- und Verbesserungsarbeiten werden ständig weitergeführt, und so ist bei ITT Intermetall

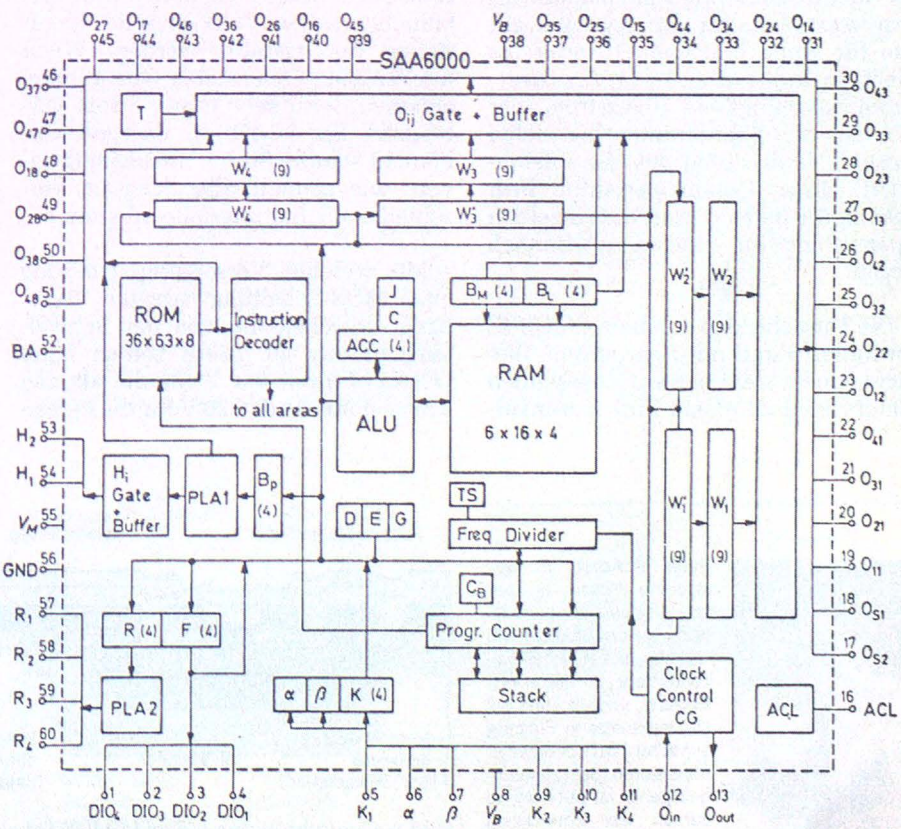


Bild 1. Das Blockschaltbild des Ein-Chip-Mikrocomputers SAA 6000 von ITT-Intermetall

aus der 6-µm-Metal-Gate-CMOS-Technologie eine Silicon-Gate-CMOS-Technologie entstanden, mit der heute in Freiburg LSI-CMOS-Schaltungen mit 5-µm- und 4-µm-Geometrien hergestellt werden. In absehbarer Zeit werden 3-mm-Geometrien folgen.

Grundelemente sind CMOS-Inverter

Das Grundelement einer CMOS-Schaltung, der CMOS-Inverter (*Bild 2a*), besteht aus der Serienschaltung eines P-Kanal- und eines N-Kanal-Transistors. Ist der Eingang auf H-Pegel, so ist der P-Kanal-Transistor aus- und der N-Kanal-Transistor eingeschaltet (Ausgang auf L-Pegel). Ist dagegen der Eingang auf L-Pegel, so ist der P-Kanal-Transistor ein- und der N-Kanal-Transistor ausgeschaltet (Ausgang auf H-Pegel). In beiden Fällen ist also einer der beiden Transistoren ausgeschaltet, und es können nur Sperrströme fließen. Nur beim Umschalten kann kurzzeitig ein größerer Strom fließen, weil beim Übergang beide Transistoren leitend sind.

Das Verhalten des einfachen Inverters gilt ebenso für eine komplette integrierte CMOS-Schaltung, weil diese so ausgelegt ist, daß alle Schaltungsteile aus Serienschaltungen von P- und N-Kanal-Transistoren bestehen. Vereinfacht kann man sich also ein CMOS-IC als eine Ansammlung von vielen Invertern vorstellen, für die dasselbe gilt wie für einen einzelnen Inverter: Es fließt im Ruhezustand nur ein Sperrstrom, allerdings ein Sperrstrom, der sich aus den Sperrströmen der vielen tausend Transistoren des ICs aufsummiert. Dieser Gesamtsperrstrom liegt aber im nA-Bereich, weil die einzelnen Sperrströme im unteren pA-Bereich liegen.

Die Tatsache, daß in einem CMOS-IC im Ruhezustand nur Sperrströme fließen können, stellt den entscheidenden Unterschied zu einem Einkanal-Inverter dar. *Bild 2b* zeigt einen NMOS-Depletion-Load-Inverter. Ist der Eingang dieses Inverters auf H-Potential, so fließt Strom durch den Inverter (A ist auf L-Potential). Ist E auf L-Potential, so fließt kein Strom (A ist auf H-Potential). Bei einem Ein-Kanal-MOS-IC fließt also immer etwa durch die Hälfte der Inverter Strom.

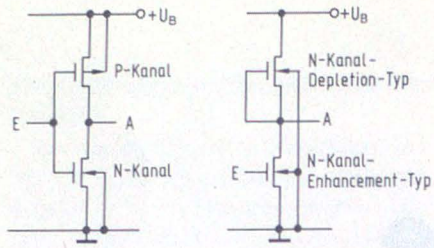


Bild 2. Anhand der Schaltbilder läßt sich der Vorteil der CMOS-Technik erklären. a) zeigt einen CMOS-Inverter, b) einen NMOS-Depletion-Load-Inverter

Schnelle Operationen sind leistungsintensiv

Ein CMOS-Inverter ist ausgangsseitig fast immer mit einer Kapazität belastet. Beim Takten fließen also Ströme, um die Kapazität aufzuladen und zu entladen. Mit zunehmender Taktfrequenz steigt daher die Stromaufnahme. Im kHz-Bereich beträgt sie einige Mikroampere, im MHz-Bereich ist sie ähnlich hoch wie bei einem Ein-Kanal-MOS-IC. Dies bedeutet, daß in einem CMOS-IC vorwiegend dort Strom verbraucht wird, wo sehr schnelle Operationen durchgeführt werden. Wenn nur langsame oder keine Operationen ablaufen, wird sehr wenig Strom verbraucht. Ein NMOS-IC dagegen verbraucht ständig Strom, unabhängig davon, wie schnell oder langsam verschiedene Schaltungsteile arbeiten.

Mit welcher Versorgungsspannung eine MOS-Schaltung arbeiten kann, hängt entscheidend von der Schwellenspannung ab. Diese beträgt beim LCMOS-Prozeß 0,8 V für die aktiven Transistoren und > 20 V für die Parasitär- oder Feldtransistoren. Dies erlaubt den Einsatz bei Versorgungsspannungen zwischen 1,5 und 15 V. Soll die Leistungsaufnahme besonders klein sein, z. B. bei Batteriebetrieb, wird eine kleine Spannung gewählt. Der Mikrocomputer SAA 6000 ist z. B. für 3 V Versorgungsspannung ausgelegt.

Den Vorteilen stehen Nachteile gegenüber

Die kleine Leistungsaufnahme ist ein wesentlicher Vorteil von CMOS-Schaltungen. Günstig ist auch, daß die Schaltungen mit einem Spannungshub von der Größe der Versorgungsspannung arbeiten. Dies ist wichtig bei Anwendungen, wo starkes Rauschen oder Spannungsspitzen auftreten, wie z. B. im Kraftfahrzeug. Außerdem ist die Schaltgeschwindigkeit von CMOS-Schaltungen, besonders wenn sie in Silicon-Gate-Technologie hergestellt werden, sehr hoch und nur geringfügig kleiner als bei NMOS-Schaltungen gleicher Geometrie.

Diese Vorteile müssen dadurch erkauft werden, daß bei gleicher Funktion der Flächenbedarf für eine CMOS-Schaltung größer ist als für eine vergleichbare NMOS-Schaltung. Weiterhin ist ein CMOS-Prozeß aufwendiger und daher teurer als ein NMOS-Prozeß. Beide Faktoren verteuern ein CMOS-IC gegenüber einem entsprechenden NMOS-IC.

Bei CMOS-Schaltungen tritt manchmal, besonders bei großen Betriebsspannungen (> 10 V), ein Effekt auf, der „Thyristoreffekt" oder „Latch up" genannt wird; jedes CMOS-IC ist zugleich ein Vierschicht-Bauelement (Thyristor). In *Bild 3* können diese vier Schichten identifiziert werden: P-Source, N-Substrat, P-Wanne, N-Source. Diese Schichten bilden einen PNP- und einen NPN-Transistor, wobei der Kollektor des einen die Basis des anderen ist. Dieser Thyristor kann durch Spannungsspitzen, die außerhalb des

Peter McAdam, B. Sc., studierte Physik an der City University London. Nach seinem Studium entwickelte er bei ITT Semiconductors in Footscray, England, und ab 1966 bei ITT Intermetall in Freiburg zunächst Hochspannungstransistoren. Sein Hauptarbeitsgebiet ist seit etwa 10 Jahren die Entwicklung von CMOS-Schaltungen.

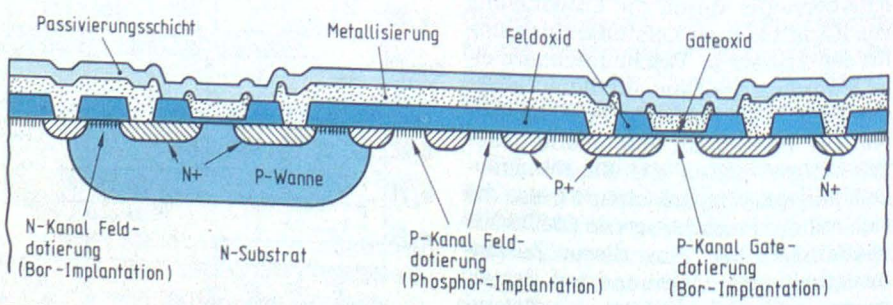


Bild 3. Querschnitt durch eine LCMOS-Schaltung. Hierin sind auch die vier Schichten des Thyristors zu erkennen

ICs auftreten, gezündet werden. Durch gezielte Maßnahmen kann der Thyristoreffekt aber unterbunden werden. So muß gewährleistet sein, daß an den empfindlichen Stellen Emitter und Basis, d. h. Source und Substrat, fest miteinander verbunden sind.

Der ITT-Mikrocomputer SAA-6000 ist in getakteter Dreiphasen-CMOS-Logik konzipiert, die es ermöglicht, den Flächenbedarf so weit zu reduzieren, daß nicht mehr Fläche beansprucht wird als bei einer Auslegung in Ein-Kanal-Technik. Dadurch wird die Pakkungsdichte unter Beibehaltung der CMOS-Vorteile erhöht. Nachteilig ist bei dieser getakteten CMOS-Logik der eingeengte Bereich der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz.

Die Technologie der LCMOS-ICs

In *Bild 4* wird die Draufsicht auf einen LCMOS-Inverter gezeigt. Vergleicht man diese Anordnung mit Bild 2a, so können die Verbindungen N-Drain zu P-Drain, N-Gate zu P-Gate sowie jeweils Source mit Substrat identifiziert werden.

Um einen niederohmigen Anschluß am Substrat zu erreichen, wird dieses immer mittels eines stark dotierten Bereichs derselben Polarität wie das Substrat kontaktiert. Bild 3 zeigt einen Querschnitt durch die Siliziumscheibe des gleichen LCMOS-Inverters. Die Bereiche der Felddotierung umfassen das ganze Gebiet außerhalb des aktiven Transistorbereichs und sind etwa 0,5 µm stark.

Die tiefe P-Wanne wird so dotiert, daß die Konzentration von positiven Ladungsträgern an der Oberfläche, wo sich der MOS-Kanal ausbildet, beim N-Kanal-Transistor die gewünschte Schwellenspannung ergibt. Der Gate-Bereich des P-Kanal-Transistors wird mit einer sehr kleinen Dosis Bor-Atome implantiert, um dadurch die Schwellenspannung klein zu halten.

In *Bild 5* wird ein Querschnitt durch eine Silicon-Gate-CMOS-Schaltung zum Vergleich wiedergegeben. Auffallend sind die Höhenunterschiede in der Silizium-Siliziumdioxid-Grenzfläche, die durch eine Lokal-Oxidationstechnik entstehen. Die polykristallinen Silizium-Gate-Elektroden sind durchgehend N-dotiert, auch im P-Kanal-Bereich.

Als Ausgangsmaterial wird beim LCMOS-Prozeß N-dotiertes Silizium-Substrat verwendet. Zuerst werden die schwach P-dotierten Bereiche oder P-Wannen geschaffen. Diese werden gebraucht, um die N-Kanal-Transistoren aufzunehmen. Danach werden die stark dotierten P- und N-Bereiche (P+ und N+ genannt), die Source und Drain sowie dotierte Verbindungsbahnen formen, durch Ionenimplantation hergestellt. Anschließend wird die Oberflächenkonzentration der Feldbereiche der P-Wanne und des N-Substrats durch Ionenimplantation leicht erhöht. Jetzt läßt man das Feldoxid auf 1,2 µm aufwachsen und legt in diesem die aktiven Transistorbereiche frei. In diesen läßt man das dünne Gateoxid von 0,1 µm aufwachsen. Nun werden die Kontaktfenster zu den stark dotierten P- und N-Bereichen freigeätzt und dazwischen die Metallverbindungen angebracht. Zuletzt erhält die ganze Scheibe eine Passivierungsschicht mit Öffnungen über den Bond-Flächen für die Verdrahtung zum Gehäuse.

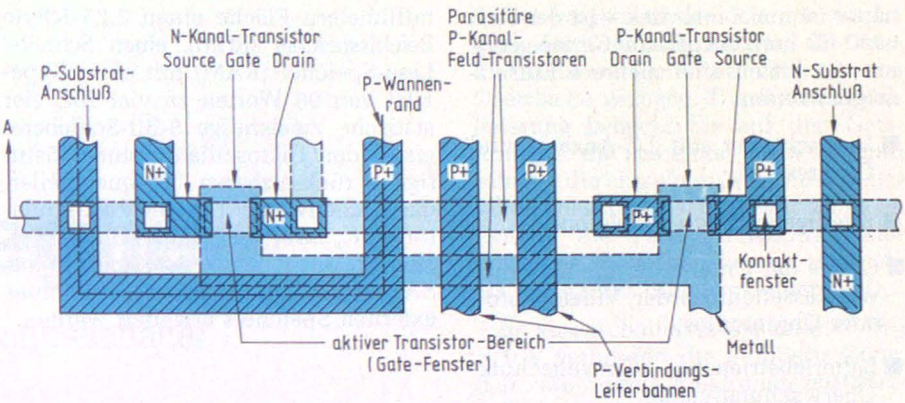


Bild 4. Die Strukturen eines CMOS-Inverters auf einem Halbleiterchip. Bild 2a zeigt die Schaltung dieser Struktur

Der Herstell-Prozeß enthält elf verschiedene Maskenschritte und sechs Ionen-Implantationsschritte. Als Maßstab für die Prozeßkomplexität möge die Anzahl der benutzten Masken dienen. Ein einfacher CMOS-Prozeß benötigt z. B. nur sechs oder sieben Masken. Mit zunehmender Forderung nach erhöhter Packungsdichte und verbesserter Zuverlässigkeit müssen aber zusätzliche Maskenschritte in den CMOS-Prozeß eingefügt werden.

Der komplexe LCMOS-Prozeß ermöglicht zugleich niedrige aktive Schwellenspannungen (0,6...1,0 V) und hohe Feldschwellenspannungen (> 20 V). Außerdem erlaubt der Einsatz der verschiedenen Felddotierungsschritte die Einstellung aller Schwellspannungen (aktiver und parasitärer) unabhängig voneinander.

Der Mikrocomputer SAA 6000 hat viele Anwendungsmöglichkeiten

Nach dem eben erläuterten LCMOS-Prozeß fertigt ITT-Intermetall den 4-Bit-Mikrocomputer SAA 6000. Mit 3 V Versorgungsspannung und extrem kleiner Stromaufnahme ist er hervorragend geeignet für netzunabhängige (tragbare) Geräte oder solche mit Gangreserve, speziell für Geräte mit Uhr oder anderen Zeitfunktionen. Dabei kann der SAA 6000 ein achtstelliges LC-Display mit acht Sonderzeichen ohne Interface direkt treiben. Durch besonders flache Bauform – das Ge-

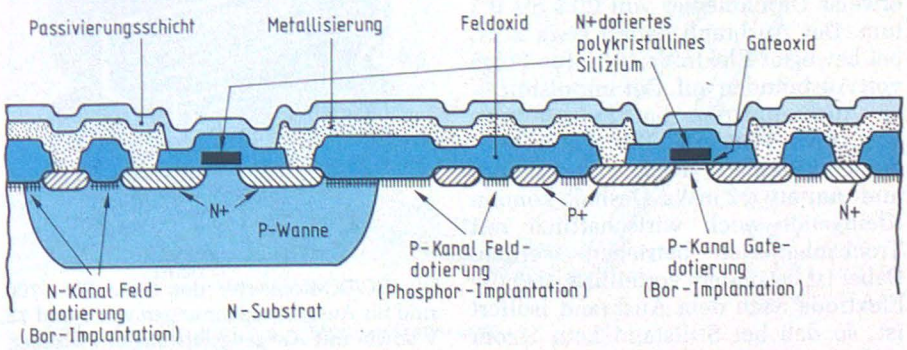


Bild 5. Querschnitt durch eine Silicon-Gate-CMOS-Schaltung

häuse ist nur 2 mm dick – ist der SAA 6000 für notizbuchflache Geräte geeignet. So bieten sich mehrere Einsatzmöglichkeiten:

- Vielfachtimer mit LC-Anzeige und Gangreserve,
- intelligente Tastwahltelefone,
- Geräte der Unterhaltungselektronik, wie Kassettenrecorder, Videorecorder oder Uhrenradios.
- batteriebetriebene Umweltschutz-Überwachungsgeräte,
- Foto- und Filmapparate mit LC-Display u. v. a.

Der SAA 6000 enthält auf einem Siliziumplättchen von einigen Quadratmillimetern Fläche einen 2,25 KByte Befehlsspeicher (ROM), einen Schreib-/Lese-Speicher (RAM) mit einer Kapazität von 96 Worten zu vier Bit, vier statische zweistufige 9-Bit-Schieberegister, den Taktoszillator, einen 15stufigen rücksetzbaren Frequenzteiler, das Rechenwerk ALU, den Akkumulator ACC, zwei programmierbare Speicher PLA usw. Die RAM-Kapazität des SAA 6000 kann durch Anschluß eines externen Speichers erweitert werden.

Stichworte zum Inhalt

Mikrocomputer SAA 6000, LCMOS-Prozeß, 6-µm-Technologie

Schreibgeschwindigkeit bis 50 m/s

Das Registrier-Metall-Papier (RMP), eine Weiterentwicklung des seit über vier Jahrzehnten bei Bosch-MP-Kondensatoren verwendeten Metallpapiers, erschließt sich immer neue Anwendungsbereiche. Neben der Verwendung in Registriergeräten erwies es sich auch als besonders geeignet für die Aufzeichnung von Wetterkarten und von Bildern in Faksimile-Übertragung.

Beim Registrier-Metall-Papier handelt es sich um ein – je nach Anwendung – 40...165 µm dickes Papierband mit einer Kontrastschicht, auf die im Hochvakuum eine etwa 0,05 µm dicke Metallschicht aufgedampft wurde. Mittels Elektroden werden mit Spannungen unter 42 V punkt- oder strichförmige Zonen durch Verdampfen der Metallschicht „herausgebrannt", wodurch die darunterliegende Kontrastschicht sichtbar wird.

Die Schreibelektroden haben üblicherweise Durchmesser von 0,15 bis 0,3 mm. Der Ausbrand dauert etwa 2 µs; bei bewegter Elektrode tritt eine Folge von Ausbränden auf. Der impulsförmige Ausbrennstrom hat Spitzenwerte von etwa 700 mA. Der Energieverbrauch ist äußerst gering, er beträgt pro mm^2 nur etwa 2 mWs. Deshalb können Kleingeräte auch wirtschaftlich mit Trockenbatterien betrieben werden. Dabei ist besonders vorteilhaft, daß die Elektrode nach dem Ausbrand isoliert ist, so daß bei Stillstand kein Strom mehr verbraucht wird.

Das RMP kann mit einer Geschwindigkeit bis zu 50 m/s beschrieben werden. Serielle Datendrucker arbeiten beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von einigen hundert Zeichen pro Sekunde. Das wird durch mehrere übereinander angeordnete Elektroden erreicht (in 5 × 7- oder 7 × 9-Matrix), die sich in Zeilenrichung bewegen. In Parallel-Druckern – die Elektroden haben hier die Form eines feststehenden Kamms, und das Papier bewegt sich – könnten theoretisch mehr als 6000 Zeichen pro Sekunde geschrieben werden; Grenzen hierfür setzt nur noch der Papiervorschub. Die Zahl der Einzelelektroden pro Kamm hängt von der Schreibbreite, der Papierbreite und der Zeichengröße ab. Bis zu fünf Elektroden pro Millimeter können heute bereits realisiert werden, wobei die Elektroden einen Durchmesser von 0,15 mm haben.

Neben alphanumerischen Zeichen können auf RMP auch analoge Signale aufgezeichnet werden. Dank kleiner bewegter Massen sind bei bewegter Elektrode Aufzeichnungen mit Frequenzen bis etwa 1 kHz möglich. Bei höheren Frequenzen werden feststehende Kammelektroden verwendet. Die obere Frequenzgrenze hängt dabei vom Papiervorschub ab. Die Schreibspur wird masselos elektronisch ausgelenkt. Es lassen sich auch gemischt analoge und alphanumerische Darstellungen schreiben.

Die Aufzeichnungen von Halbtonbildern – Wetterkarten, Faksimilebildern – erfordert ein hohes Auflösungsvermögen und eine breite Grauwertabstufung. Entsprechende Geräte bieten bereits bis zu elf Grauwerte und eine Auflösung bis zu zehn Linien pro Millimeter.

DC/DC-Konverter in Modulbauweise

Mit der Serie SD 7700 stellt Sodilec (vertreten durch nbn Elektronik) eine neue Reihe von kompakten DC/DC-Konvertern (Schaltreglern) vor (*Bild*). Sie arbeiten mit einer Eingangsspannung von +24 V (15 V...33 V) und liefern ausgangsseitig +5 V, −5 V, +12 V oder −12 V. Dabei werden je nach Typ 15...50 W Leistungsabgabe erreicht. Besonders zu erwähnen ist der hohe Wirkungsgrad von ca. 80 %. Die Schaltfrequenz liegt oberhalb 20 kHz.

Die DC/DC-Konverter der Serie SD 7700 sind für Ausgangsspannungen von 5 und 12 V sowie mit Ausgangsleistungen zwischen 15 und 50 W lieferbar (Foto: nbn Elektronik)

Die Ausgangsspannung läßt sich mit Hilfe externer Widerstände im spezifizierten Bereich programmieren. Außerdem kann sie – als besonderer Schutz für angeschlossene Verbraucher – mit einem logischen Signalpegel abgeschaltet werden, z. B. beim Auftreten einer Überspannung. Selbstverständlich sind Eingangs- und Ausgangsseite überlastgeschützt.

Die Serie SD-7700 ist in zwei Gehäuseausführungen lieferbar, und zwar entweder für Montage direkt auf der Platine mit Lötanschlüssen oder zum Anbau an Gehäuseteile mit Schraubanschlüssen. Ra.

Dr. Jürgen Krausse

Das Bindeglied

MOS-Transistoren als Leistungsschalter

Seit einigen Monaten läuft im Siemens-Werk für Leistungshalbleiter in München-Freimann eine der modernsten Leistungshalbleiterfertigungen der Welt. Produziert werden die neuartigen Sipmos-(Siemens Power MOS-)Halbleiter. Wegen ihres geringen Bedarfs an Ansteuerleistung sind diese MOS-Leistungshalbleiter ideale Bindeglieder zwischen Mikro- und Leistungselektronik. Überall dort, wo elektrische Leistung durch Mikrocomputer geregelt, gesteuert oder geschaltet werden muß, sind diese Bauelemente ideal einsetzbar.

Frühzeitig erkannte man bei Siemens die Bedeutung der MOS-Technik für die Entwicklung mikrocomputerkompatibler Leistungsschalter. Im Gegensatz zu bipolaren Halbleiterbauelementen sind MOS-Bausteine fähig, praktisch ohne Ansteuerleistung mit einigen Volt Gatespannung einen Stromfluß zu modulieren. Es gelang, modernste MOS-Technologie, wie sie vorher nur bei integrierten Schaltkreisen bekannt war, für die Herstellung von Leistungsbauelementen weiterzuentwickeln. Dieser Technik wurde die Bezeichnung Sipmos gegeben. Diese Technik stellt das Mittel dar, eine Familie mikrocomputerkompatibler Leistungschalter herzustellen. Die Bauelementefamilie soll Gleichstrom- wie Wechselstromschalter enthalten, wobei alle Bauelemente dadurch gekennzeichnet sind, daß sie mit dem 5-V-Ausgangspegel eines VLSI-Schaltkreises oder Mikrocomputers unmittelbar angesteuert werden können. Als erstes Sipmos-Bauelement ging der Leistungstransistor in Produktion [1].

Extrem kurze Kanallängen durch selbstjustierende Implantation

Die Struktur des Sipmos-Transistors zeigt *Bild 1*. Seine Technik basiert auf dem DIMOS-Prozeß (DIMOS = doppelt implantiert MOS). Das Wesentliche dabei ist die Polysilizium-Gate-Flanke, die als Implantationsmaske für die Herstellung der n^+-Source- und der p^+-Barrierezonen dient. Durch das selbstjustierende Implantationsverfahren kann ein extrem kurzer Kanal (< 1 µm) erreicht werden. Die Einsatzspannung der Struktur kann praktisch unabhängig von allen anderen Parametern frei eingestellt werden. Hierin und in der Einfachheit der Durchführung liegen die entscheidenden Vorteile des Verfahrens, welches zudem ein Höchstmaß an Flexibilität bei der Entwicklung der geplanten Produktpalette ermöglicht.

Der Sipmos-Transistor ist ein Vertikal-MOS-Transistor. Er besteht aus einer n^--dotierten Epitaxieschicht auf n^+-Substrat (Drain), aus den n^+-Sourcegebieten, eingebettet in p^+-Zonen, und aus der in Quarz isoliert eingebetteten n^+-Polysilizium-Gate-Elektrode. Das Gate bildet eine Gitterstruktur, in der die Sourcegebiete als Löcher eingesetzt sind. Zur Kontaktierung wird die Gate-Elektrode am Rande des Chips an die Oberfläche gezogen. Die Sourcemetallisierung bedeckt bis auf den Gate-Kontakt die gesamte Struktur und schaltet die einzelnen Sourcezellen parallel. Dieser Transistor stellt somit im Grunde die Parallelschaltung vieler einzelner MOS-Transistoren dar, wie als Ausschnitt Bild 1 erkennen läßt.

Im ausgeschaltetem Zustand bei $U_{GS} = 0$ V verhindert die p-dotierte Zone, daß vom Source Elektronen austreten (Bild 1). Die Struktur stellt eine Planardiode dar. Die Durchbruchspannung hängt von der Dotierung und der Dicke der Epitaxieschicht ab. Der Transistor wird eingeschaltet, wenn die Gatespannung U_{GS} über die Einsatzspannung erhöht wird. Der Verlauf des Elektronenstroms ist schematisch dargestellt. Der Einschaltwiderstand entspricht etwa dem Widerstand des vertikalen Strompfades plus dem Widerstand der Inversionsschicht im p^+-Bereich, welcher allerdings sehr klein ist, so daß der Widerstand der Epitaxieschicht dominiert.

Besondere Eigenschaften des Sipmos-Transistors

Bei einem Vergleich der derzeit bekannten Leistungs-MOSFETs zeichnen sich die Sipmos-Transistoren besonders durch folgende Eigenschaften aus:

– Niedrige Einsatzspannung, die unabhängig von allen anderen technologischen Parametern eingestellt werden kann;

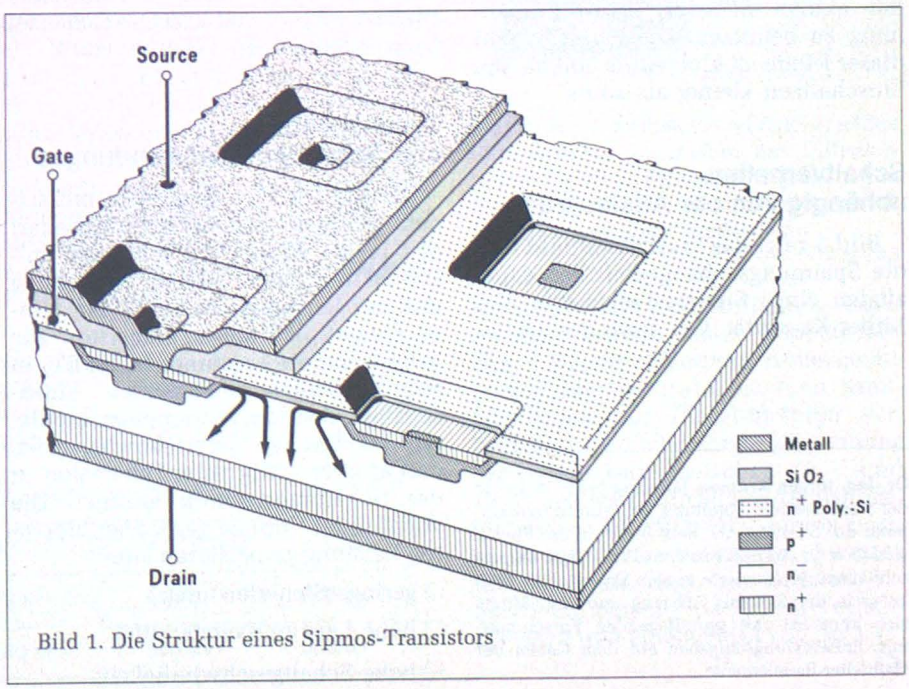


Bild 1. Die Struktur eines Sipmos-Transistors

- Mikrocomputerkompatibilität, d. h. Stromfluß bei 5 V Gatespannung;
- Betriebsspannung bis 1000 V;
- ein robustes Design garantiert hohe Qualität und kostengünstige Produktion.

Gleichstromeigenschaften ähnlich einer Pentode

Bild 2 zeigt die Drainstromkennlinien eines Transistors vom Typ BUZ 23 (U_{DS} = 100 V; TO-3-Gehäuse), gemessen bei Strömen bis zu 40 A und Spannungen bis zu 80 V. Die Gatespannung wurde von 0 V bis 10 V in 1-V-Schritten geändert. Das Kennlinienfeld ähnelt sehr dem einer Pentode. Die Einsatzspannung beträgt etwa 3 V. Der Einschaltwiderstand ist etwa 0,15 Ω, d. h. bei 10 A fällt eine Spannung von 1,5 V am Transistor ab. *Bild 3* zeigt die Übertragungskennlinie für U_{DS} = 15 V. Die Steigung beträgt 7 A/V und ist über einen weiten Bereich konstant.

Bild 4 zeigt das Kennlinienfeld I_{DS} (U_{DS}) in der Umgebung des Nullpunktes. Das Bild demonstriert deutlich, wie im ausgeschaltetem Zustand (U_{GS} = 0 V) der Transistor eine Diode darstellt, die bei negativer Drain-Source-Spannung in Vorwärtsrichtung belastet ist. Steigt die Gatespannung über die Einsatzspannung an, so beginnt Strom parallel zur Diode durch den eingeschalteten Transistor zu fließen. Dies verkleinert den Spannungsabfall bei Vorwärtsbelastung. Ist der Transistor voll eingeschaltet, so ist ohmsches Verhalten in beiden Richtungen zu beobachten. Das Verhalten des Transistors in Rückwärtsrichtung gibt die Möglichkeit, ihn als schnelle Diode mit extrem niedriger Vorwärtsspannung zu benutzen. Die Ausschaltzeit dieser Diode ist kleiner als 100 ns, die Einschaltzeit kleiner als 20 ns.

Schaltverhalten abhängig von der Ansteuerung

Bild 5 zeigt das Ersatzschaltbild und die Spannungsabhängigkeit der Kapazitäten eines Sipmos-Transistors. Die Miller-Kapazität C_{Mi} und die Drain-Source-Kapazität C_{DS} sind von der Drain-Source-Spannung abhängig. Die Gate-Source-Kapazität C_{GS} ist eine spannungsunabhängige Größe. R_G ist der durch den inneren Aufbau des Transistors bedingte Gate-Widerstand. R_{DS} stellt den Drain-Source-Widerstand dar. Die Schalteigenschaften des Transistors werden wesentlich von der Miller-Kapazität beeinflußt. Die Miller-Kapazität erreicht ihren maximalen Wert, wenn U_{DS} kleiner als U_{GS} ist. Um den Transistor durchzuschalten, muß die Ladung der Miller-Kapazität zugeführt bzw. abgeleitet werden. Die dazu benötigte Zeit hängt von dem zur Verfügung stehenden Eingangsstrom ab. Dieser Strom wird jedoch nur während des Schaltvorganges benötigt. Da die Miller-Kapazität nur unwesentlich vom Laststrom und von der Temperatur abhängt, wird die Schaltgeschwindigkeit im wesentlichen nur durch die Ansteuerbedingungen bestimmt. *Bild 6* zeigt als Beispiel das typische Schaltverhalten des Transistors BUZ 83 (U_{DS} = 800 V; TO-3-Gehäuse) beim Schalten von 1,6 A bei 800 V.

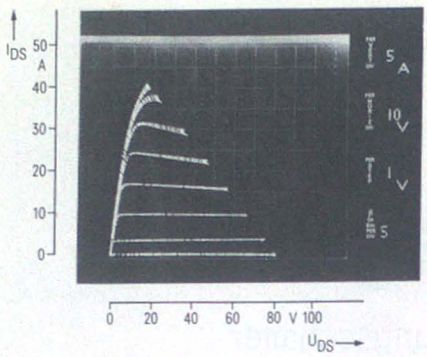


Bild 2. I_{DS} in Abhängigkeit von U_{DS} bei einem Sipmos-Transistor BUZ 23. Die Gatespannung variiert in 1-V-Schritten zwischen 0 V und 10 V

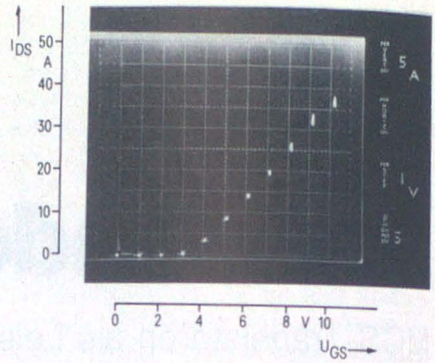


Bild 3. Die Übertragungskennlinie I_{DS} in Abhängigkeit von U_{GS} bei dem BUZ 23. Gemessen wird mit U_{DS} = 15 V mit 300-µs-Impulsen

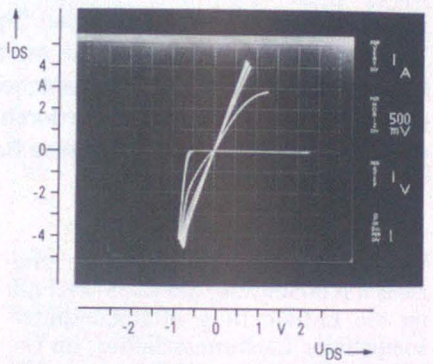


Bild 4. I_{DS} in Abhängigkeit von U_{DS} bei kleinen Drainspannungen. Die Gatespannung variiert zwischen 0 V und 10 V in 1-V-Schritten

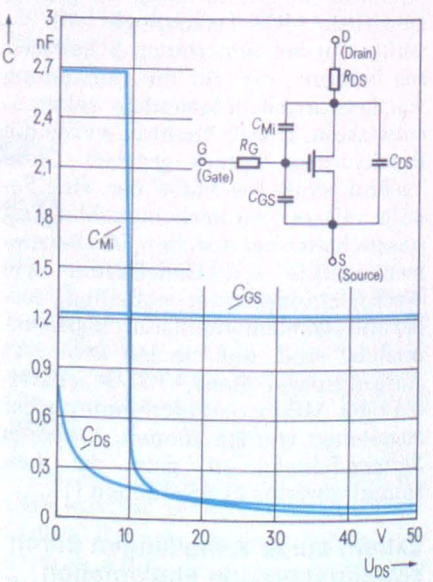


Bild 5. Die Schaltung zeigt das Ersatzschaltbild eines Sipmos-Transistors. Die Kurven lassen den spannungsabhängigen Verlauf der Kapazitäten erkennen

Typenspektrum und Schwerpunktanwendungen

Der Sipmos-Transistor stellt mit seinem geringen Ansteuerleistungsbedarf das ideale Bindeglied zwischen mikroelektronischer Signalverarbeitung und der Leistungselektronik dar. Hinzu kommt, daß dieser Transistor, wie jeder bekannte Leistungs-MOSFET, in entscheidenden elektrischen Eigenschaften den konventionellen bipolaren Transistoren derart überlegen ist, daß er eine völlig neue Dimension in der Schaltungstechnik eröffnet. Die wichtigsten Vorteile gegenüber bipolaren Leistungstransistoren sind:

- ☐ geringe Steuerleistung,
- ☐ hohe Leistungsverstärkung,
- ☐ hohe Schaltgeschwindigkeit,
- ☐ hohe Überlastssicherheit (kein „Second Breakdown"),
- ☐ hohe thermische Stabilität,
- ☐ problemlose Parallelschaltung.

Diese weltweit erkannten Vorteile beeinflussen entscheidend die Ent-

Dr.-Ing. Jürgen Krausse, Jahrgang 1940, ist Leiter der Technischen Abteilung MOS-Leistungshalbleiter der Siemens AG. Sein Studium der Physik schloß er in Aachen mit dem Dipl.-Phys. ab, anschließend promovierte er zum Dr.-Ing. Seit 1969 ist er in der Siemens AG tätig und beschäftigte sich zunächst mit grundlegenden Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der Halbleiter-Bauelemente.

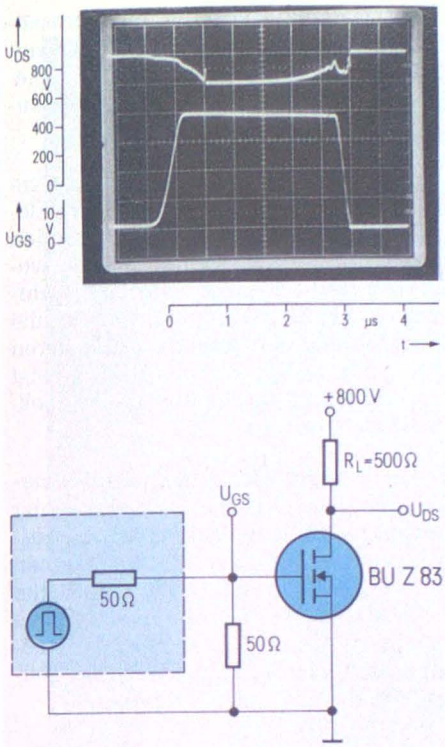


Bild 6. Das Schaltverhalten eines Sipmos-Transistors beim Schalten von 1,6 A bei 800 V. Die Testschaltung ist darunter zu sehen

wicklung neuer Schaltungskonzepte. Schwerpunktanwendungen sind:

- in der Kraftfahrzeugelektronik: Lichtmaschinen-Spannungsregler, Gemischaufbereitung, Transistorzündungen, Relais-Funktionen;
- in der Leistungselektronik: getaktete Stromversorgung, Motorsteuerung;
- in der Datentechnik: Drucker, Plotter, Schrittmotoren.

Die Schwerpunktanwendungen bestimmen das Typenspektrum, wie es ausschnittweise in der *Tabelle* dargestellt ist. Verglichen mit anderen Leistungs-MOSFETs zeichnen sich Sipmos-Transistoren durch sehr geringe Einschaltwiderstände und hohe Spannungsfestigkeit aus.

Das Typenspektrum umfaßt vorerst zwei Gehäuse für den Einsatz als Leistungstransistoren: TO 220 und TO 3. Als drittes Leistungsgehäuse ist das TO-238-Gehäuse in Vorbereitung. Ferner sind für Mitte 1981 Sipmos-Kleinsignaltransistoren in mehreren Gehäuseformen geplant.

*

Die diesem Bericht zugrunde liegenden Arbeiten wurden mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie im Rahmen des Technologieprogramms gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein beim Autor.

Literatur

[1] *Knoll, T.*: Neue Bauelemente erschließen neue Möglichkeiten. FUNKSCHAU 1980, Heft 8, Seite 69.

[2] *Hebenstreit, E.*: Driving the SIPMOS Field-Effect Transistor as a Fast Power Switch. Siemens Forschungs- und Entwicklungs-Berichte 1980, Heft 9, Seite 200.

[3] *Herfurth, M.*: Ansteuerschaltungen für SIPMOS-Transistoren im Schaltbetrieb. Siemens Components 1980, Heft 5.

Stichworte zum Inhalt
Power-MOS-Halbleiter, Sipmos, mikrocomputerkompatibel, selbstjustierende Implantation, Miller-Kapazität.

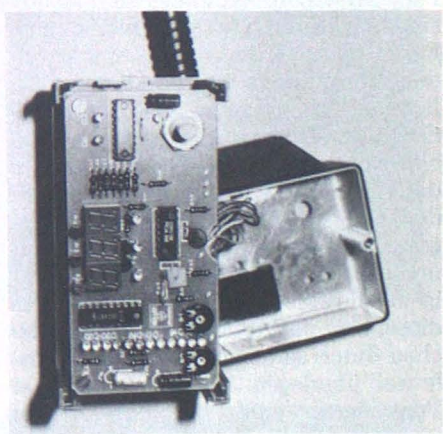
Opto-elektronischer Reflexkoppler

Der optoelektronische Reflexkoppler CNY 70 von AEG-Telefunken enthält als Sender eine GaAs-Lumineszenzdiode und als Empfänger einen Silizium-npn-Epitaxial-Planar-Fototransistor. Er zeichnet sich aus durch hohe Empfindlichkeit, niedrigen Temperaturkoeffizienten und kompakte Bauform im 2,54-mm-Raster. Die Gehäuseabmessungen betragen 7 mm x 7 mm x 6 mm. Der Empfänger ist mit einem IR-Filter ausgestattet.

Durch die vom obersten Rand um ca. 1 mm zurückversetzte Ein- bzw. Austrittsebene des Lichtes wird das reflektierende Medium automatisch auf optimalem Abstand gehalten. Neben der auf ein Minimum reduzierten Fremdlichteinwirkung wird damit auch die maximale Übertragungsfunktion gewährleistet. Die Einsatzgebiete des CNY 70 reichen von optoelektronischen Abtast- und Schalteinrichtungen bis zur Anwendung für Bandendabschaltung, Lageerkennung, Laufrichtungserkennung, Codierscheibenabtastung, Farbmarkenerkennung usw. Ra.

Differenz-rechner

Speziell für Anwendungsfälle, bei denen Vorlauf und Rücklauf einer Flüssigkeit durch Sensoren gemessen werden und zur weiteren Auswertung die Differenzmenge benötigt wird, hat Müller-Electronic einen Differenzrechner entwickelt. Durch den Einsatz dieses Differenzrechners (*Bild*) ist es z. B. möglich, daß der Kraftstoffverbrauch von Verbrennungsmotoren mit Ein-



Die meisten Kraftstoff-Verbrauchsrechner können durch Zuschalten des Differenzrechners auch in Fahrzeuge eingebaut werden, bei denen die Rücklaufleitung zum Tank nicht stillgelegt werden kann
(Foto: Ta.)

spritzung und Rücklaufleitung exakt ermittelt werden kann. Handelsübliche Kraftstoff-Verbrauchsmeßgeräte lassen sich dann also auch in Kraftfahrzeugen mit Diesel-Motoren verwenden. Die Versorgungsspannung der Geräte kann zwischen 10 V und 15 V betragen. Eingangs-Impulsfolgefrequenzen bis zu 1 kHz werden noch einwandfrei verarbeitet. Am Ausgang des Rechners liegt die Differenzfrequenz mit einem Puls/Pausen-Verhältnis von 1 und einem Pegel von ca. 3 V.
Ta.

Auszug aus dem Typenspektrum der Sipmos-Transistoren

Typ	BUZ 10..	BUZ 40..	BUZ 50..
U_{DS}	50 V	500 V	1000 V
I_{DS}	12...40 A	2,0...8,6 A	2,5...4,7 A
$R_{DS\ (on)}$	0,1...0,03 Ω	4,5...0,6 Ω	3,5...2,0 Ω
t_{on}	80 ns	150 ns	200 ns
t_{off}	180 ns	550 ns	600 ns

Dipl.-Phys. Bernhard Dietrich, Regine Mensing

Qualität sichern

Rasterelektronenmikroskopie am IC

Die sorgfältige Untersuchung ausgefallener Halbleiterbauelemente ist oft der Ausgangspunkt zur Fehlererkennung. Sie führt über Korrekturmaßnahmen und Prozeßverbesserungen zur Qualitätssicherung. Das Rasterelektronenmikroskop ist ein flexibles Werkzeug, dessen Einsatz zur Fehleranalyse in der Halbleitertechnik dort notwendig wird, wo bisher angewandte Methoden keinen eindeutigen Befund ermöglichen.

...zig Tausende von Transistoren werden heute auf einem Siliziumplättchen mit einer Fläche von wenigen Quadratmillimetern untergebracht. Strukturbreiten von etwa 7 µm sind heute Stand der Technik, morgen bereits wird eine 3-µm-Technologie die Packungsdichte erhöhen, und schon sind Strukturen mit 1 µm im Gespräch. Einen Einblick in diese Wunderwelt der Mikrominiaturisierung und ihre filigranen Einzelheiten vermittelt uns das Rasterelektronenmikroskop (REM), ohne das eine Qualitätssicherung in der Halbleiterfertigung nicht mehr denkbar ist. Obwohl die Auflösungsgrenze eines REM mit 5...20 nm nur um etwa eine Größenordnung besser ist als die eines Lichtmikroskops, ist es diesem bei der Abbildung von Oberflächen durch seine enorme Tiefenschärfe weit überlegen. Schon bei 500facher Vergrößerung sind im Lichtmikroskop viele Einzelheiten nicht mehr erkennbar, während das REM dagegen auch noch bei 20 000facher Vergrößerung alle Details zeigt.

Ein aufwendiger Gerätepark

Bild 1 zeigt das Rasterelektronenmikroskop der Abteilung Qualitätssicherung der ITT Intermetall in Freiburg. Links erkennt man die Mikroskopsäule mit der Probenschleuse, dem Goniometer und dem Sekundärelektronendetektor, dahinter den Flüssigstickstoff-Behälter zur Kühlung der angebauten Röntgenfluoreszenz-Mikrosonde; rechts der Bedienungsteil des Mikroskopes mit den Bedienungsknöpfen für die Vakuumpumpen, den Reglern für den Abtast-Elektronenstrahl, dem elektromagnetischen Linsensystem, ferner die Vergrößerungseinstellung, wählbar zwischen 10fach und 180 000fach. Darüber sind der Sichtschirm und der Fotostand mit Sofortbildkamera angeordnet, ferner Regler für Bildumkehr, Mehrfachbelichtung, Gamma-Korrektur und Fernsehnormabtastung. Angeschlossen ist weiter ein Videorecorder zur Bildspeicherung bei Potential-Kontrastuntersuchungen.

Die bereits erwähnte Mikrosonde gestattet qualitative und quantitative Element-Analysen im Promille-Bereich aus sehr kleinem Probenvolumen, wobei ein Rechner mit zwei Floppy-Laufwerken die Steuerung des Systems, die Speicherung der Spektren und deren Auswertung übernimmt. *Bild 2* zeigt die Bildschirmaufnahme einer Spektralanalyse.

Qualitätssicherung heißt Fehler vermeiden, Fehler vermeiden heißt Fehler erkennen und aus Fehlern lernen. Ausgangspunkt für Korrekturmaßnahmen und Prozeßverbesserungen sind daher vielfach Analysen von defekten Bauelementen; diese können in der Anwendung ausgefallen sein oder beim Hersteller bewußt erzeugt werden.

Lebensdauertests unter Extrem-Bedingungen, wie überhöhte Betriebstemperatur, und klimatische Streßtests

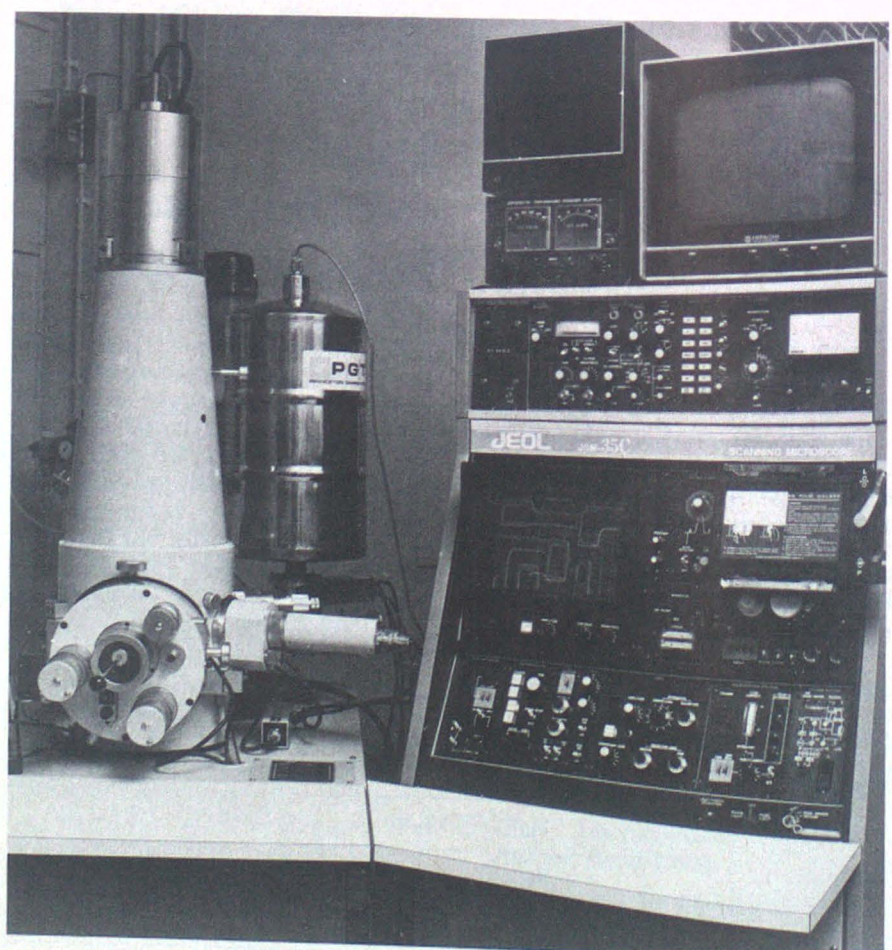


Bild 1. Für die Qualitätssicherung bei ICs ist heute ein Rasterelektronenmikroskop notwendig

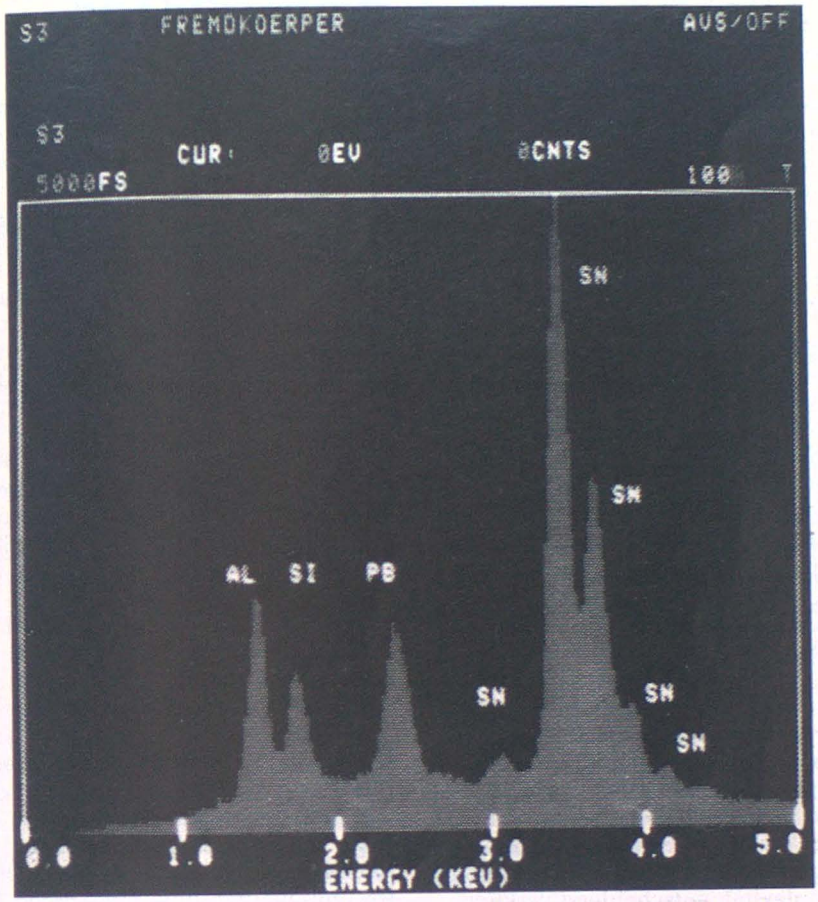


Bild 2. Mit Hilfe der Mikroanalyse lassen sich Fremdkörper auf den Chips chemisch analysieren. Das Spektrum gehört zum Fremdkörper in Bild 6

sind Foltermethoden, mit denen die Qualitätsingenieure bei ITT Intermetall die Produkte gewollt zerstören, um die Grenzen der Belastbarkeit zu erkennen. Die ausgefallenen Bauelemente liefern Hinweise und Erfahrungen für Produktverbesserungen; der Analyse dieser Defektstücke wird daher eine große Aufmerksamkeit geschenkt.

Dipl.-Phys. Bernhard Dietrich studierte in Freiburg Physik. Seit 1960 ist er Mitarbeiter bei ITT Intermetall in Freiburg und ab 1970 Leiter der Abteilung Qualitätssicherung.

Regine Mensing ist seit 1964 bei ITT Intermetall beschäftigt, wo sie zunächst als Physiklaborantin ausgebildet wurde. Seit 1967 ist sie in der Abteilung Qualitätskontrolle tätig. Ihr Hauptarbeitsgebiet sind Untersuchungen an Halbleiterbauelementen, speziell mit dem Rasterelektronenmikroskop und Mikroanalyseeinrichtungen.

Die Ausfallursache wird festgestellt

Erster Schritt ist stets die Registrierung sämtlicher erreichbarer Daten über das Bauelement selbst und seine Fehler. Danach wird es vollständig elektrisch überprüft, oft auch in einem Gerät des Anwenders. Durch diese Messungen läßt sich meist feststellen, ob der Ausfall eines Halbleiterbauelements durch äußere Einflüsse verursacht wurde oder ein systematischer Fehlermechanismus vorliegt. Nach Entfernen des Gehäuses wird eine erste Untersuchung des Halbleiterkristalls mit dem Lichtmikroskop vorgenommen; weit mehr Einzelheiten zeigt dann aber das Rasterelektronenmikroskop, dessen Einsatz notwendig wird, wenn die bisher angewandten Methoden keinen eindeutigen Befund ermöglichen. Das *Bild 3* und auch das Titelbild dieses Heftes zeigen Oberflächen von IC-Kristallen. Die Oberflächenstruktur der Aluminium-Leiterbahnen und die Kantenbedeckung der Oxidtreppen sind von großem Einfluß auf das Langzeitverhalten des Produkts.

Durch mechanische Beanspruchung entstand ein Mikroriß in der obersten, die Verdrahtung überdeckenden Quarzschicht (*Bild 4*). Bei nachfolgenden Ätzprozessen wurde auch die Verdrahtungsbahn angegriffen, das IC blieb aber voll funktionsfähig. Trotzdem stellt diese Verletzung ein Zuverlässigkeitsrisiko dar.

Ausfallursache: Statische Entladung

Bild 5 zeigt eine Stelle auf einem Halbleiterchip, an der durch elektrostatische Entladung ein Kurzschluß entstand; die lokale Erhitzung sprengte Aluminium und Kratzschutz. Solche Beschädigungen entstehen durch Nichtbeachtung der für den Umgang mit MOS-Bauelementen erforderlichen Schutzmaßnahmen.

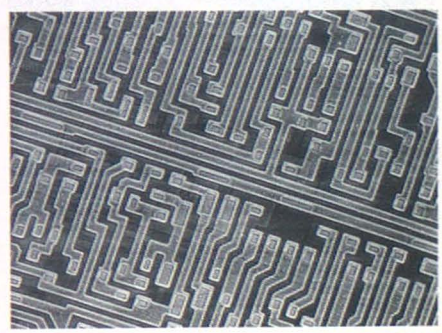


Bild 3. Ausschnitt aus einer MOS-Schaltung (Vergrößerungsmaßstab 1 : 100)

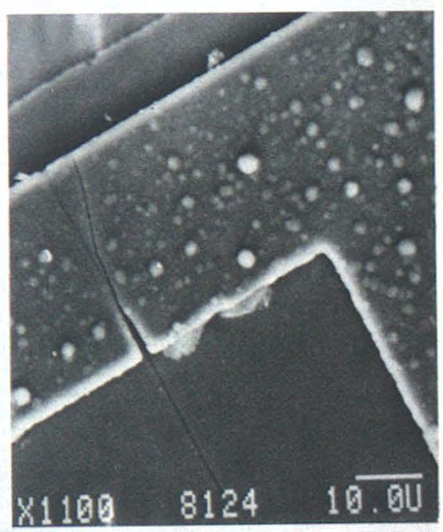


Bild 4. Durch mechanische Beanspruchung entstand ein feiner Riß auf dem Chip. Die Länge des Striches über der Schrift entspricht 10 µ

Bild 5. Beschädigung der Kratzschutzschicht und der darunterliegenden Al-Leiterbahn durch elektrostatische Entladung

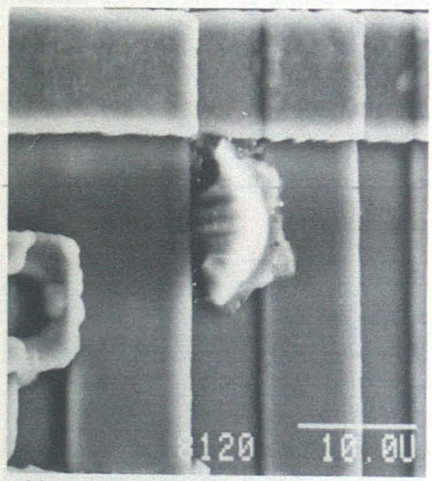


Bild 6. Hier befindet sich ein Fremdkörper auf der Oberfläche des Chips. Die Spektralanalyse zeigt Bild 2

Auf *Bild 6* ist ein Fremdkörper zu sehen, der auf dem Kristall eines ICs in einem Metall-Keramik-Gehäuse gefunden wurde. Der Abtaststrahl des REM wurde auf den Fremdkörper gesetzt, und die Mikrosonde ergab, daß es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um Lot handelt, wie es zum Verschließen des Gehäuses verwendet wurde.

Die Funktion eines ICs wird sichtbar

Für die Suche nach systematischen Defekten, wie z.B. Schaltungsfehlern während der Entwicklungsphase einer integrierten Halbleiterschaltung, erweist sich die Potentialkontrast-Methode als sehr hilfreich (*Bild 7*). Potentialunterschiede und Potentialänderungen auf dem zu untersuchenden Halbleiter beeinflussen das Sekundärelektronensignal. Dadurch werden elektrisch positive Stellen auf dem Kristall dunkel, negative hell wiedergegeben. Durch geeignete Wahl der Abtastfrequenzen des Mikroskops und der Betriebsfrequenz des Halbleiters kann dessen Funktion stroboskopisch sichtbar gemacht und auf Film oder Videoband aufgezeichnet werden. Damit wird die Nachentwicklungsphase einer Schaltung, insbesondere bei hoher Komplexität, entscheidend verkürzt.

Stichworte zum Inhalt

Qualitätssicherung, Rasterelektronenmikroskop, Spektralanalyse, Halbleiterchip, Potential-Kontrast-Methode.

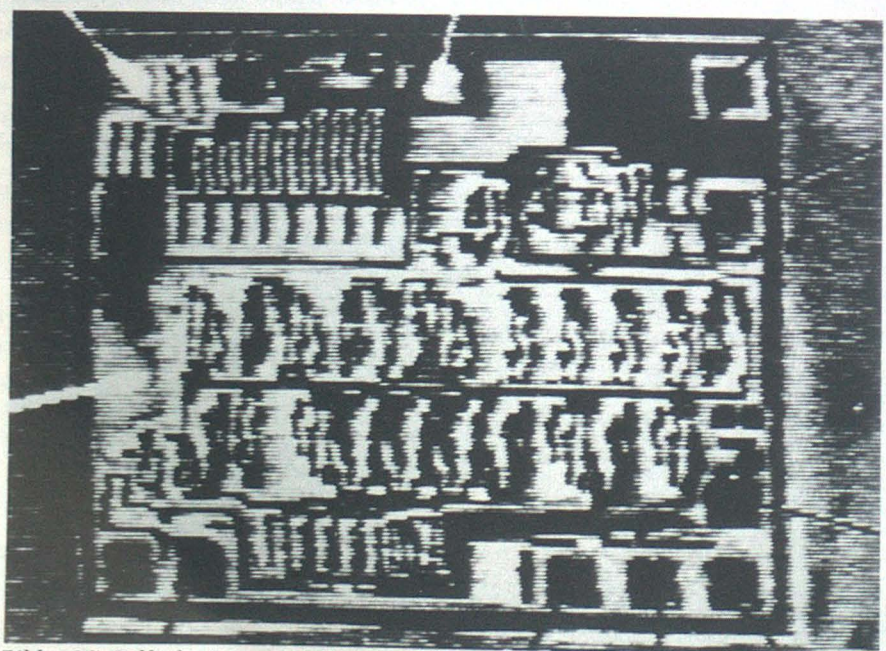


Bild 7. Mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie lassen sich Potentialunterschiede in der integrierten Schaltung auf dem Bildschirm darstellen. Postive Ladungen erscheinen auf dem Schirmbild dunkel, negative Ladungen hell (Alle Aufnahmen: ITT Intermetall)

Kompakter VHF-FM-Umsetzer

Der kompakte VHF-FM-Umsetzer UR 050 von Rohde & Schwarz setzt frequenzmodulierte Mono- oder Stereo-Rundfunksignale von einem Kanal des Bereiches II in einen beliebigen anderen Kanal desselben Bereiches um. Mit seinen drei Sendeleistungen (20 mW, 1 W, 10 W) und seiner Aufteilung in Empfangs- und Sendebaugruppen läßt er sich in einem weiten Anwendungsbereich einsetzen: als Steuersender und Umsetzer zur Versorgung kleinerer Gebiete, als Reportagesender bei Sportübertragungen u. ä., als Steuersender für Endstufen größerer Leistung, zur Einspeisung in Kabel-TV-Systeme, mit Koaxial-Schlitzkabel für Autoradioempfang in Straßentunnels sowie als Meßempfänger oder -sender.

Das im UR 050 angewandte Umsetzprinzip – Empfang des Signals, Demodulation, Korrektor des Basisbandes in Phase und Amplitude, Modulation auf die neue Sendefrequenz – sowie das sehr gute Großsignalverhalten des Empfängers gewährleisten hohe Übertragungsqualität und eine große Neben- und Oberwellenfreiheit des ausgesendeten Signals. Die konsequente Trennung der Hauptteile – Empfänger und Sender – trägt wesentlich zum wirtschaftlichen Einsatz dieses neuen Umsetzers bei; so kann auf die Empfängerbaugruppen bei Einsatz als abgeschlossene Sendereinheit oder auf die Senderbaugruppen bei Betrieb als Einkanal-Ballempfänger verzichtet werden. Der im Sendeteil eingebaute Synthesizer erlaubt schnellen Kanalwechsel und ist fernsteuerbar. Damit lassen sich in Verbindung mit anderen Meldeleitungen externe Umschaltvorrichtungen für passive Reserve aufbauen.

Zur schnellen Qualitätskontrolle des empfangenen Signals auch während der Sendung enthält der UR 050 Meßausgänge für Mono- und Stereosignale. Den großen Signal/Geräusch-Abstand bei Umsetzerbetrieb bestimmt der Empfängerteil, der dem des VHF-FM-Ballempfängers EU 201 entspricht; der Fremdspannungsabstand bei Stereobetrieb ist typisch 70 dB. In der Übertragerkette erreicht der UR 050 sehr gute Werte für den Klirrfaktor ($\leqq 0{,}5\ \%$), für den Differenztonfaktor (z. B. $d_2 \leqq 0{,}25\ \%$) sowie für die Übersprechdämpfung (z. B. $\geqq 46$ dB bei 100 Hz...5 kHz). Eine Abschaltautomatik der Senderleistungsstufe bei extremer Fehlanpassung bietet erhöhte Betriebssicherheit. Ra.

Ein Fingerhut voll Intelligenz

Halbleitertechnologien stehen in wechselseitigen Beziehungen zu ihren Einsatzfällen. Der Anwender hingegen denkt in Kategorien wie schneller, leistungsstärker, komplexer, kompakter oder preiswerter. Die verschiedenen Technologien für den Aufbau von Schaltkreisen interessieren ihn nur in soweit, als daß Versorgungsspannungen oder die Kompatibilität mit anderen Bausteinen davon abhängen. In einem Gespräch mit der Redaktion legte Dr.-Ing. Kurt Garbrecht, Leiter des Geschäftsbereichs für Integrierte Schaltungen bei der Siemens AG, die wichtigsten Silizium-Technologien dar. Redaktion und Gesprächspartner suchen daraus eine Abschätzung künftiger Entwicklungen abzuleiten.

Die Fertigung von integrierten Schaltkreisen ist ein Kind vieler Disziplinen. Physik und Chemie spielen eine genau so wichtige Rolle wie Elektronik, Kristallographie, Optik und Feinmechanik. Wie kaum in einem anderen Gebiet ist man hier auf Teamwork der verschiedenen Fachleute angewiesen. Diese Verpflichtung ist zugleich aber auch Chance:

Führt ein chemischer Pfad nicht mehr weiter, so kann es durchaus sein, daß die Physik oder die Optik an dieser Stelle für sich neue Möglichkeiten entdeckt. Das war früher nicht so.

Bevor man daran gehen konnte, eine Röhre zu entwickeln, mußte man sich zunächst mit dem Material beschäftigen. Material in diesem Sinne war nicht nur die Wolframkatode. Es war auch die Güte des Vacuums oder die Glastechnik.

Erst nach Klärung dieser Fragen konnte man daran gehen, in einem zweiten Schritt die Röhre wirklich aufzubauen. Hier kamen dann Fertigungsfragen hinzu: Aufbau und Herstellung der Gitter, das Gettern, die Metall-/Glas-Durchführungen, die Sockeltechnik.

Bevor nicht die Röhre fertig vorlag, konnten die Schaltungsentwickler nicht anfangen. Es ist überhaupt eine auffallende Erscheinung, daß früher der jeweils nächste Schritt erst dann in Angriff genommen werden konnte, wenn der vorhergehende abgeschlossen war.

Lagen dann alle Schaltungen für ein System vor, konnte das System zusammengestellt und ausgetestet werden. Die Zeitdauer von der Erforschung der Materialien bis zur Fertigstellung des Systems war enorm: Es vergingen x Jahre darüber.

Halbleitertechnik: Disziplinen wachsen zusammen

Mit der Einführung des Transistors änderte sich das Bild schlagartig. Material und Bauelement wurde eins. Die Folge davon war, daß Physiker und Ingenieure gemeinsam an den Entwurf von Halbleiterbauelementen gingen.

Von dort zu den Schaltungsentwicklern klaffte noch immer eine Lücke. Das Bauelement war „neutral", zeigte – von seinen physikalischen Grenzen abgesehen – kaum Präferenzen für bestimmte Anwendungen.

In den 50er Jahren rückten dann die Schaltungsentwickler und die Systemingenieure enger zusammen. Es entstanden die ersten Konzepte für „Systeme aus einem Guß", bei denen man Nahtstellen zwischen den Baugruppen nach Praktibilität legte, sie so definierte, daß die Baugruppen technisch leicht realisierbar waren. (Bewußt in Kauf nehmend, daß ein „schöner" Aufbau dabei gelegentlich verlorenging.)

Diese weitverbreitete Denkweise ist auch heute noch Lehrgegenstand: Auf der einen Seite die Bauteilespezialisten, auf der anderen Seite die Systemfachleute. Im Grunde genommen ist diese Entwicklung seit 10 Jahren überholt, weil sie den Tatsachen nicht mehr entspricht.

Integrierte Schaltkreise: Materialphysik im System

Mit den integrierten Schaltkreisen hat sich endgültig eine Technologie-Denkweise durchgesetzt, bei der Material und Bauelement, Baugruppe und System als Einheit verstanden werden. Redet man mithin von Halbleitertechnologien, meint man gleichermaßen die Physik als auch die Anwendung. Das *Bild 1* zeigt den Familienstammbaum der wichtigsten Silizium-Tech-

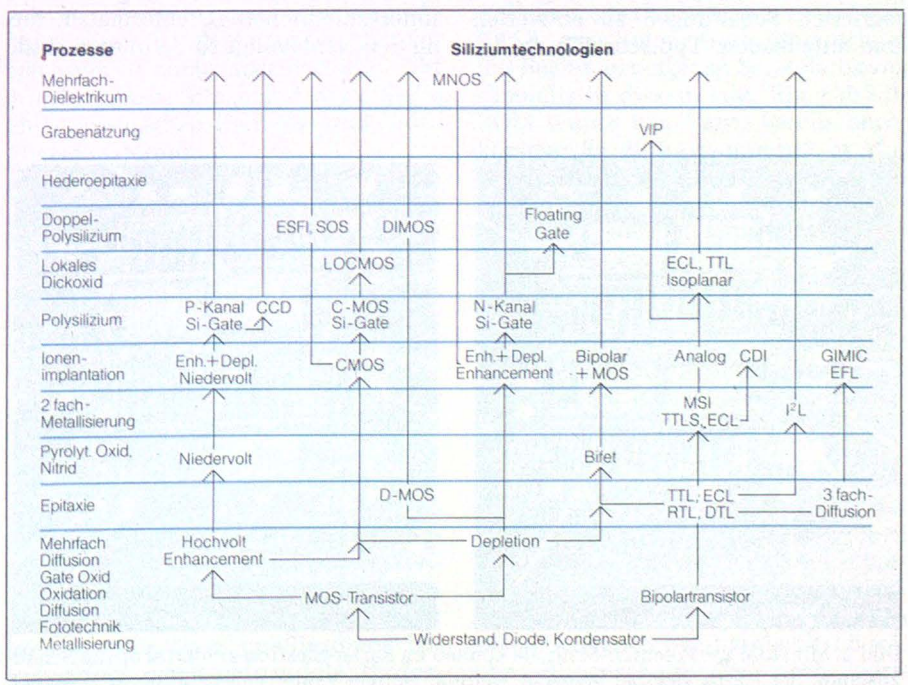


Bild 1. Stammbaum der Silizium-Technologien

nologien und die dazugehörigen Herstellprozesse. Immer neue Technologien entwickeln sich aus den bekannten dadurch, daß neue Fertigungsprozesse zu den Grundlinien hinzugefügt werden.

Natürlich sind nicht alle neuen Prozeß-Schritte gleich bedeutsam. Ein besonders wichtiger Prozeß-Schritt war die Ionen-Implantation: Wie aus dem Bild hervorgeht, wirkte dieser Fertigungsschritt besonders befruchtend auf nahezu alle existierenden Zweige.

Ein ähnlich wichtiger Schritt war die Verwendung von polikristallinem Silizium für die Gate-Elektrode sowie für eine zweite Verdrahtungsebene bei MOS-Schaltungen: Damit wurde erstmals eine Art Multilayer-Verdrahtung auf dem Chip selbst möglich.

Und seitdem man unter dem Raster-Elektronenmikroskop mit Hilfe der Potential-Kontrastmethode das Abarbeiten digitaler Befehle auf dem Schaltkreis selbst optisch verfolgen kann (*Bild 2*), ist selbst die Fehlersuche auf dem integrierten Schaltkreis nicht komplizierter als bisher schon auf der gedruckten Schaltung. Mit der geeigneten Aufnahmetechnik kann man sogar ganze Filme drehen, mit denen das Abarbeiten eines Programms im Mikroprozessor im zeitlichen Ablauf sichtbar gemacht werden kann.

Systemkonzepte heute sind IC-Konzepte morgen

Dort, wo hohe Stückzahlen benötigt werden, ist es kostengünstiger, Systembestandteile in Form von großintegrierten Schaltungen zu entwerfen und aufzubauen. Typische ICs, in denen ganze Systemkonzepte realisiert werden sollen, sind Codecs (Coder/Decoder) für die künftigen digitalen Telefonsysteme, Rekursiv-Filter (z. B. für das digitale Ausfiltern von Sprachbändern), Echosperren (mit denen man den Rückfluß über unzulängliche Gabelschaltungen verbessern will), Sprachchips (die auch in der Konsumelektronik Eingang finden) oder gar Signal-Prozessoren, die als universelle Analyserechner beliebige Eingangssignale in ihre Bestandteile auflösen.

Dabei zeigt sich eine neue Feststellung: Bausteine aus einer Systemfamilie sind mit gleichbenannten aus der Produktfamilie eines anderen Herstellers nicht mischbar. Das liegt verständlicherweise in den oft unterschiedlichen Systemkonzepten begründet. Hieraus ergibt sich eine neue Art des „Second-Sourcing". Man muß dabei darauf verzichten, einzelne Chips verschiedener Hersteller gegeneinander austauschen zu können – die Austauschbarkeit legt man dafür auf die Ebene der Subsysteme, die man steckerkompatibel machen kann.

Siemens hat beispielsweise mit Intel eine solche steckerkompatible Telefon-Teilnehmerschaltung vereinbart, auf der neben dem Codec mit Rekursivfilter sich auch noch der SLIC (eine Teilnehmer-Anpaßschaltung) sowie eine Mikrocomputer-ähnliche Steuerschaltung befindet: Diese Teilnehmerplatine ist für 8 oder 16 Teilnehmer ausgelegt. Werden solche Vereinbarungen nicht vorher getroffen, ist oft der steckerkompatible Austausch nicht gewährleistet. Der Grund liegt z. B. in unterschiedlichen Datenformaten, die an den Nahtstellen zu definieren sind.

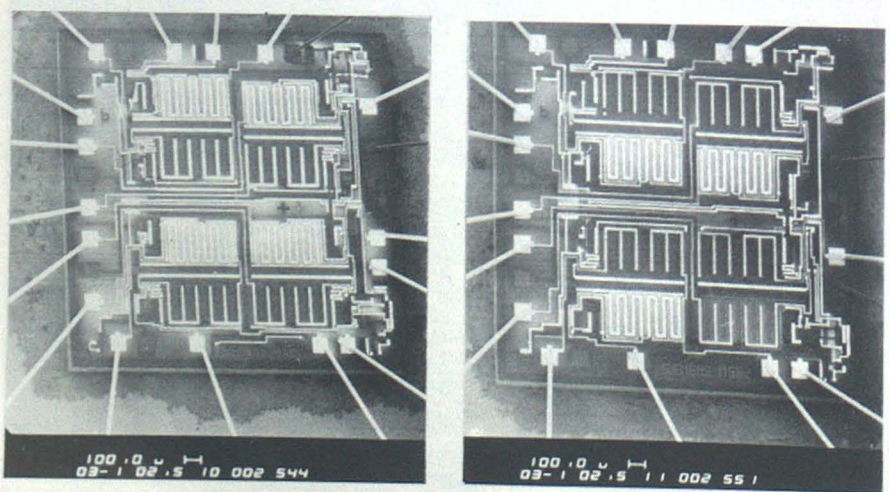


Bild 2. Mit Hilfe der Potential-Methode können im Raster-Elektronenmikroskop die Schaltzustände der Chips sichtbar gemacht werden: Dunkle Felder haben positives Potential, helle Felder negatives

Bild 3. Garbrecht (Siemens): „Können Sie sich vorstellen, daß man aus jeder Ecke des Hauses von Sprachchips mit Informationen angequäkt wird?"

Nicht alle Halbleiterhersteller werden mitziehen können

Es leuchtet ein, daß nur einige wenige große Hersteller sich den „Luxus" leisten können, auf allen Gebieten bei der Entwicklung von Systembausteinen tätig zu werden. Eine Spezialisierung auf bestimmte Arbeitsgebiete — wie z. B. Telekommunikation, Unterhaltungselektronik, Datenübertragung — scheint daher in Zukunft erforderlich.

Die Tage sind gezählt, an denen ein IC-Hersteller eine TTL-Schaltkreisfamilie entwickeln konnte, ohne Kenntnis dessen, wofür die Kunden letztlich die Schaltkreise einzusetzen beabsichtigten. Künftige Systemkonzepte sind nur in Zusammenarbeit zwischen den führenden Anwendern und den Halbleiterfirmen zu erarbeiten. Der Bauelemente-Hersteller muß sich darüber hinaus noch eine „Second Source" suchen, die auf das gleiche Systemkonzept einsteigen will. In diesem Zusammenhang mag überraschen, daß vier von fünf bei Siemens entwickelten Systemkonzepten auch externen Kunden angeboten werden. Man „mauert" hier nicht; geht vielleicht sogar von der Überlegung aus, daß die „Normative Kraft des Faktischen" dem eigenen Systemkonzept zum Durchbruch verhilft.

Signal-Prozessoren und Sprach-Chips

Diese beiden Bausteine, technologisch aus der gleichen Familie, zeigen extreme gegensätzliche Positionen in

der Anwendung auf. Signal-Prozessoren (gegenwärtig wohl nur von Intel angeboten und im gegenwärtigen Status eher noch „dedicated systems") könnten für die Zukunft erheblich Bedeutung erlangen. Dafür ist allerdings eine bestimmte Schaltkreisgröße Voraussetzung, die im allgemeinen wohl erst bei konsequentem Einsatz von 1 bis 2 µm Leiterbahnbreite und Speicherkapazitäten von 256 KBit erreicht werden dürfte.

Von Sprach-Chips im Zusammenhang mit Ausgabesystemen für Anwendungen im Haushalt und Autos hat man bei Siemens keine allzu hohe Meinung. Statt auf akustische Anzeigen und Warnungen setzt man vielmehr auf optische Displays: Sie sind dem Menschen vertrauter, bedürfen keiner Gewöhnung, sind auch leichter verständlich. An eine Benutzerführung durch Sprachausgabebausteine mag man nicht so recht glauben — jedenfalls will man im Augenblick „keine Quäker bauen und sich lieber auf Arbeiten an höherwertigen Sprachausgabesystemen konzentrieren".

In der Spracherkennung hingegen sieht man ein interessantes Arbeitsgebiet. Hier hat Siemens ja bereits vor 1½ Jahren mit Treshold in Florida einen Spezialisten an Land gezogen.

CCD-Technologie: So kompliziert wie dynamische Speicher

Wer das eine kann, kann auch das andere — so die Grundaussage von Garbrecht. Drei große Anwendungsbereiche stehen den Charge coupled Devices (CCD) offen:

Da wären zunächst einmal Speicheranwendungen. Es überrascht, daß CCD-Speicher trotz ihrer vergleichsweise hohen Speicherkapazität (sie lag in der Vergangenheit durchweg beim Vierfachen eines dynamischen RAM) kaum eingesetzt worden sind. Der Grund liegt darin, daß RAMs viel flexibler sind und die vierfache Speicherkapazität technisch einfacher mit vier getrennten Chips erreichbar ist.

CCD-Filtereinsätze waren bislang überwiegend Studienobjekte für die Forschungslaboratorien. Sie haben sich aber in der letzten Zeit weiter in den Vordergrund gearbeitet, da erst jetzt digitale Filterschaltungen für künftige Einsatzfälle vor allem in der Nachrichtentechnik interessant werden.

Das Hauptanwendungsgebiet für CCDs liegt sicher bei Bildsensoren in der Konsum-Elektronik. Hier könnten sie mittelfristig zu neuen Kamera-Konzepten führen, mit denen die gute alte 8-Millimeter-Filmkamera endgültig ab-

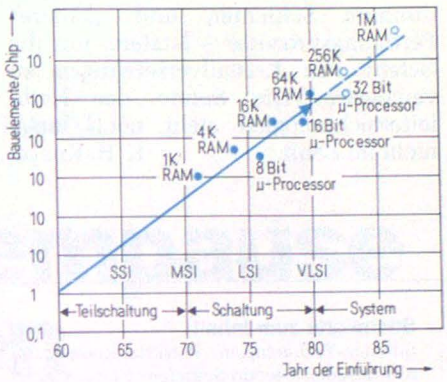


Bild 4. Die Entwicklung der MOS-Technik wird noch einige Jahre fortdauern – ein Ende ist noch nicht abzusehen

gelöst würde. Hier liegen weniger technische Probleme vor als vielmehr offene Marktfragen. Auf diesem Gebiet dürften heute die Japaner den Europäern und auch den Amerikanern noch den Rang ablaufen.

Eine Japan-Lücke in der Technologie?

In allen Diskussionen der letzten zwei Jahre wurde — gleich wen man fragte — festgestellt, daß der Technologie-Vorsprung der Amerikaner allenfalls noch nach Monaten zu rechnen ist, möglicherweise gar nicht mehr vorhanden ist. Die japanische Regierung hat in den vergangenen Jahren erhebliche Mittel in die Industrie gepumpt (und tut es noch weiter), mit denen sich japanische Hersteller auf Teilgebieten heute bereits an die Weltspitze gesetzt haben. Dies gilt z. B. für den Bereich der Größtintegrierten Schaltkreise – wo die Japaner in die Entwicklung eines 1-MB-Speichers in den nächsten 5 Jahren über 600 Mio. DM hineinstecken: Finanziert vom MiTi, dem japanischen Handels- und Industrieministerium.

Bei der gegenwärtigen Konstellation in Europa ist nicht abzusehen, daß ein ähnliches Angebot auf gemeinsame Entwicklung eines Größtspeichers aufgegriffen und in die Tat umgesetzt würde.

Auf dem Mikrocomputer-Gebiet wiederum sind die Japaner hinter der US-Entwicklung und wohl auch hinter dem europäischen Stand eher zurück. Hier ist es die einzigartige Stellung von Intel und seinen Vertragspartnern (zu denen sowohl Valvo als auch Siemens und NEC gehören), die die Weltstandards setzen. Andere Schaltungskonzepte haben sich in der Vergangenheit dagegen sehr schwer getan, obgleich sie zeitweilig sogar „intelligentere" Lösungen als vergleichbare Intel-Prozessoren anboten, aber von den Intel-Konzepten immer wieder überholt wurden.

Eine Sonderstellung auf dem Gebiet der Mikrorechner stellt der neue Intel IAPX 432 dar. Er wird von der Herstellerfirma als „Micro main frame" verstanden. Dieser echte Microrechner ist bereits so groß, daß der eigentliche Prozessor nicht mehr auf einem Chip unterzubringen ist; er ist auf zwei Chips verteilt. Im dritten Chip werden die Bus-Strukturen umgesetzt von Paketbus intern auf Multibus extern und umgekehrt. Dafür wird ein eigener Transfer-Prozessor benötigt. In der nächsten Generation dürften dann auch diese drei Bausteine wiederum auf einem Chip integriert sein. Die Leistungsfähigkeit dieses Mikrorechners reicht bereits in die Größenklasse der „Main frames" kommerzieller Rechner hinein.

Chips von morgen für die Anwendung von übermorgen

Wer schnelle Logik braucht, wird sie auch bekommen. In ECL-Logik sind heute schon Gatterlaufzeiten von 0,7 bis 0,5 ns realisierbar. Eine Halbierung auf 0,3 ns ist durchaus absehbar.

Die GaAs-Technologie dürfte wohl auch diesmal erst in der nächsten Generation zum Tragen kommen. Neuere Erkenntnisse zeigen nämlich, daß man mit der MOS-Technik noch lange nicht am Ende ist (*Bild 4*). Erschwerend kommt hinzu, daß GaAs nicht hochintegrierbar ist — jedenfalls heute noch nicht. Die GaAs-Technologie wird mithin zunächst nur eine Domäne für UHF-Verstärker sein.

In diesem Jahr ist bei mehreren Herstellern die Serienfertigung von 64-KB-RAMs angelaufen: Garbrecht rechnet mit Beginn der eigenen Serienfertigung ebenfalls in diesem Jahr. Ein 128-KB-ROM wurde von Valvo bereits angekündigt: Es dürfte zumindest in Mustern im Laufe des Jahres erhältlich sein. Diesem ROM liegt möglicherweise ein Konzept von Signetics zugrunde.

Bei den EEPROMs steht die Marke auf 16 KB: Das Bauteil ist weltweit gesucht, die Hersteller können trotz stolzer Preise nicht soviel liefern, wie international gefragt wird. Eine Ausweitung ist hier im Augenblick nicht in Sicht.

Wafer-sized-Chips sind ein Kapitel, an dem offensichtlich mehrere Firmen arbeiten. In den USA bzw. in Japan studiert man die Möglichkeiten, ein 4-MB-ROM zu bauen. Auch Siemens untersucht solche „Jumbos", obgleich man die Skepsis nicht verhehlt, ob solche Riesenschaltkreise noch wirtschaftlich sind. Sicher ist man sich

heute, daß man bei wachsendem Integrationsgrad mit den Versorgungsspannungen auch unter 5V gehen muß. Der Grund liegt einfach darin, daß die Feldstärken auf dem Chip sonst zu groß werden. Erst Überlegungen führen in die Größenordnung 2,5 V oder 3 V. 5 V wird man nur dort beibehalten, wo man sie wegen des TTL-Pegels benötigt. Mit der Absenkung schlägt man gleich zwei Fliegen mit einer Klappe: Es geht nämlich gleichzeitig noch die Verlustwärme herunter.

Technologisch gesehen sind es drei Triebfedern, die hinter den Entwicklungen stehen: Feinere Strukturen, dünnere Schichten und „kältere" Fertigungsprozesse – letztere, um die Gefahr von Kristallversetzungen zu verringern. Die Sonne der Halbleitertechnologien steht noch lange nicht im Zenit. K. H. Knapp

Stichworte zum Inhalt
Silizium-Technologien, Potential-Kontrast, IC-Konzepte, Second-Sourcing, Chips von morgen.

Umsetzer für den UKW-Bereich

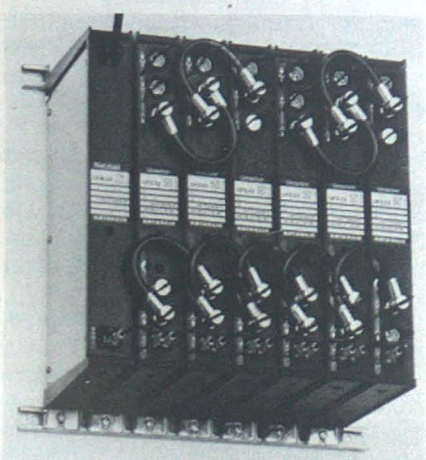
Der UKW-Umsetzer UFO 22 (*Bild*) von Kathrein dient zur Aufbereitung eines Stereo-Tonrundfunkprogramms in GA- bzw. GGA-Anlagen. Die Eingangsfrequenz kann dabei in jeden beliebigen Ausgangskanal im UKW-Bereich umgesetzt werden. Der minimale Abstand zwischen zwei Ausgangskanälen beträgt 300 kHz.

Die Umsetzung erfolgt über die Zwischenfrequenz 10,7 MHz. Die hohen Selektionseigenschaften des Zf-Verstärkers befreien das zu übertragende Signal von störenden Nebenfrequenzen. Zusammen mit einer hohen Großsignalstörfestigkeit des Eingangsverstärkers und des 1. Mischers ergibt sich durch die Zf-Selektion eine große Störfestigkeit gegen Fremdsignale am Eingang des Umsetzers.

Eine automatisch wirkende Pegelregelung am Ein- und am Ausgang des Umsetzers ermöglicht einen großen Eingangspegelbereich, bei gleichzeitig konstantem Ausgangspegel. Am Ausgang des Umsetzers liegt ein Pegelsteller (−20 dB) zur Einstellung des gewünschten Ausgangspegels.

Bei Eingangspegeln unter 20 dBµV wird der Ausgang des Umsetzers ausgetastet. Eine grüne Betriebsanzeigelampe erlischt gleichzeitig mit dieser Austastung. Die Ein- und Auskopplung der Signale erfolgt über eingebaute Richtkoppler im Durchschleifverfahren. Damit ist es möglich, ohne zusätzliche Hilfsmittel am Eingang bis zu vier und am Ausgang bis zu zwölf Kanäle zusammenzuschalten. Die Durchgangsdämpfung der Richtkoppler beträgt ≦ 1 dB, die Ankoppeldämpfung an den Umsetzern ca. 10 dB. Außerdem steht ein direkter dämpfungsfreier Eingang zur Verfügung, ein Durchschleifen des Eingangssignals ist dabei nicht möglich.

Zu UFO 22 gibt es ein eigenes Netzteil, gleichfalls in Kassettenform. Zum Zusammenschalten mit TV-Signalen werden die von den UFO-Umsetzern kanalselektiv aufbereiteten UKW-Programme über einen breitbandigen UKW-Nachverstärker entsprechend verstärkt.



Der UKW-Umsetzer UFO 22 wurde auf der Hannover-Messe 81 für gute Industrieform ausgezeichnet (Werkfoto)

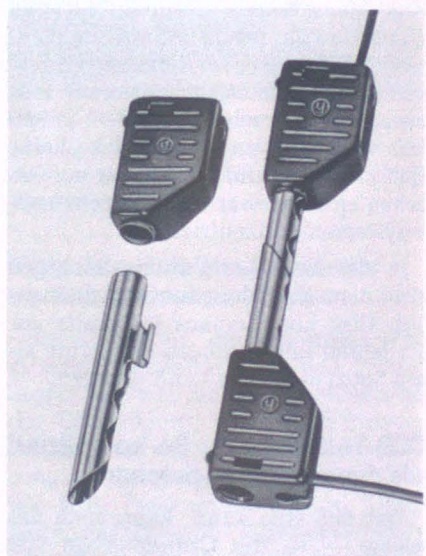
Vergoldete einpolige Steckverbinder

Das Lieferprogramm einpoliger Steckverbinder mit 4 mm Nenndurchmesser wurde von Hirschmann um neue Varianten erweitert, deren Metallteile hartvergoldet sind. Der Goldüberzug schützt vor allen möglichen chemischen Einflüssen, so daß dauerhaft guter Kontakt mit geringem Übergangswiderstand gewährleistet ist.

Mit vergoldeten Metallteilen liefert Hirschmann Meßleitungen mit 4-mm-Steckern an beiden Enden, den Stecker allein und eine 4-mm-Einbaubuchse.

Einzeln und an Meßleitungen montiert gibt es den 4-mm-Stecker Rsb 10 (*Bild*). Sein Kontaktelement ist ein längsgeschlitztes Rohr aus sehr elastischer Beryllium-Bronze. Die zulässige Strombelastung beträgt 15 A.

Hauptvorteil dieses Rohrkontaktes ist die Vielseitigkeit der Verwendungsmöglichkeiten, denn er ist gleichzeitig Stecker und Buchse. Das abgeschrägte Ende dient zum Einführen in eine 4-mm-Steckbuchse. Man kann aber auch an beiden Rohrenden einen 4-mm-Stecker einstecken oder zwei Rohrkontakte zusammenstecken, z. B. um eine Meßleitung zu verlängern. Außerdem läßt sich in den Rohrschlitz ein Messerkontakt oder eine dünne Metallplatte einschieben. In allen Fällen bewirkt das geschlitzte Rohr einen sehr guten Kontakt, auch noch auf Steckern oder in Buchsen nach der US-Norm mit 4,3 mm Nenndurchmesser. Ein weiterer Vorteil des Rohrkontaktes ist sein geringes Gewicht. Die Leitungslitze wird am Rohrmantel angelötet oder angeschweißt.



Rohrkontaktstecker Rsb 10 von Hirschmann; links: Rohrkontakt und Isoliergriff (Knüpftülle), rechts: Zusammenstecken von zwei Rohrkontaktsteckern Rsb 10 (Foto: Hirschmann)

Als Isoliergriff dient eine sogenannte Knüpftülle. Der Rohrkontakt wird darin eingeschoben. Dann wird die schwenkbare Rückwand in die Tülle gedrückt und mit Rastvorsprüngen festgehalten. Der Kabelabgang ist beliebig (senkrecht bis parallel zur Steckrichtung). Knüpftüllen werden in den Farben Rot, Blau, Schwarz, Gelb, Grau und gelb/grün gestreift geliefert. Ra.

Prof. Dr. rer. nat. Hanno Schaumburg

Keine Atempause abzusehen

Die Halbleitertechnologie der nächsten Jahre

Trotz des enormen Aufschwungs in den letzten zehn Jahren wird die Halbleitertechnologie auch in den nächsten Jahren nicht an Innovationskraft und technischer Faszination verlieren. Neben der scheinbar weniger spektakulär ablaufenden technologischen Evolution in Richtung auf die Erzeugung und Verarbeitung immer kleiner werdender Strukturen, kündigt sich eine Technik an, die dem Halbleitertechnologen prinzipiell neue Möglichkeiten eröffnet: die „kalte" Hochtemperaturbearbeitung von Halbleiteroberflächen mittels eines Elektronen- oder Laserpulses.

Der wichtigste Motor für die Entwicklung der Halbleitertechnologie im letzten Jahrzehnt war die ökonomische Notwendigkeit, die Packungsdichten von integrierten Schaltungen ständig zu erhöhen, denn nur auf diese Weise wurde es möglich, Funktionen auf einem Chip zu einem immer günstiger werdenden Preis pro Funktion herzustellen. Das Gleiche gilt auch für die Zukunft.

Grenzen der Verkleinerung

Die Packungsdichte in integrierten Schaltungen ist auf das engste verknüpft mit den Abmessungen der dort realisierten Bauelemente: Eine Halbierung der Strukturgrößen resultiert in einer Vervierfachung der Dichte der elektronischen Funktionen. Damit ist die minimal zu beherrschende Strukturgröße ein wichtiges Kriterium für den Fortschritt der Fertigunstechnologie.

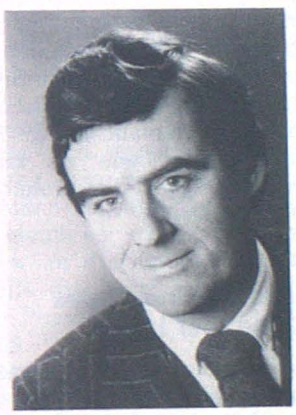
Während vor zehn Jahren Strukturabmessungen um 8 µm für die in integrierten Schaltungen eingesetzten Komponenten durchaus als fortschrittlicher Stand der Technik angesehen wurde, werden heute in hochintegrierten Schaltungen produktionsmäßig 3-µm-Strukturen erzeugt, 1-µm-Strukturen befinden sich in vielen Laboratorien der Halbleiterindustrie im Entwicklungsstadium [2]. Selbst diese – lichtmikroskopisch kaum noch auflösbaren – Strukturen stellten bei weitem keine untere Grenze des prinzipiell, d. h. physikalisch definitiv Machbaren dar, nach Auffassung verschiedener Autoren ist eine solche Grenze erst bei ca. 0,2 µm, möglicherweise auch darunter [3], gegeben.

Bei der Bestimmung der Grenzen ist eine der entscheidenden Größen die elektrische Feldstärke am Bauelement: Hält man die Betriebsspannung konstant und verkleinert man die Bauelementdimensionen, dann treten zwangsläufig höhere Feldstärken auf. Man wird also gezwungen sein, im Zuge der weiteren Verkleinerung der Strukturgrößen auch die Betriebsspannungen abzusenken. Hierfür sind aber durch das thermische Rauschen untere Grenzen gesetzt.

Mehr Evolution als Revolution

Der Übergang von den heute beherrschten 3 µm großen Strukturen auf den wahrscheinlich realisierbaren nur ein Zehntel so großen Wert läßt einen gewaltigen Spielraum für die technologische Innovation in den achtziger Jahren. Das bedeutet, daß sich die Fertigungstechnologie in ihrer ganzen Breite erheblich verfeinern muß, Toleranzen müssen drastisch reduziert werden, die Zuverlässigkeit der Einzelprozesse muß noch erheblich verbessert werden.

Die *Tabelle* zeigt anhand der Grundprozesse, die bei der Fertigung integrierter Schaltungen eingesetzt werden, wie sich technologisch der Übergang zu kleineren Strukturen vollziehen wird. Maßstab ist hierfür die heute fertigungsmäßig realisierte LSI(large scale integration)-Technologie im Vergleich zur VLSI(very large scale integration)-Technologie der nahen Zukunft. Bei Technologien wird sich der Übergang eher evolutionär entwickeln, d. h. die bereits heute eingesetzen Technologien werden schrittweise immer weiter verfeinert werden.



Prof. Dr. Hanno Schaumburg, ehemals bei Valvo in Hamburg tätig, leitet heute den Bereich „Halbleitertechnik und Sensorik" an der Technischen Universität Hamburg-Harburg. Ein Schwerpunkt seiner Forschungsarbeit liegt auf dem Gebiet der Laser- und Elektronenstrahlbearbeitung von Halbleitern.

Grundsätzliche Gesichtspunkte sind dabei der Übergang von Hochtemperaturprozessen auf Niedertemperaturprozesse und von Naßprozessen auf Trockenprozesse.

Die Tatsache, daß sich die Weiterentwicklung evolutionär vollzieht, ist keineswegs abwertend zu betrachten, im Gegenteil: Die Fertigungstechnologie befindet sich so nahe an der Front der Forschung, daß neue Forschungsergebnisse häufig schon binnen Jahresfrist von der Fertigung übernommen werden. Deshalb sind die Forschungs- und Entwicklungslaboratorien in der

Halbleiterindustrie mittlerweile so eng zusammengewachsen, daß typische Unterschiede häufig eher personen- als sachbedingt sind.

Lichtoptische Lithografie für 1-µm-Strukturen

Auf dem Gebiet der Lithografie wird der Halbleitertechnologie die Revolution langfristig nicht erspart bleiben: Strukturgrößen um 1 µm liegen in der Größenordnung der Lichtwellenlänge, so daß die Grenzen der Abbildungsmöglichkeit von Maskenstrukturen erreicht werden [1]. Dennoch ist das Bestreben unverkennbar, die Evolution der wohlvertrauten lichtoptischen Lithografieverfahren soweit wie irgend möglich voranzutreiben und die Revolution, d. h. den Einsatz von Elektronenstrahl- und Röntgenverfahren in der Massenproduktion, möglichst weit hinauszuschieben. In diesem Sinne ist der Übergang von lichtoptischen Ganzscheiben auf Step-and-Repeat-Belichtungsverfahren, sowie zu kürzeren Lichtwellenlängen (Ultraviolett-Lithografie) zu bewerten.

Ein neues interessantes Werkzeug: der Laser

Das Streben nach verbesserter Leistung und einem günstigeren Preis/Leistungsverhältnis bei integrierten Schaltungen führt nicht allein in die Richtung einer ständig wachsenden Packungsdichte. Es entwickeln sich zunehmend höhere Anforderungen an die Fertigungstoleranzen (selbst das genaueste heute einsetzbare Dotierverfahren, die Ionenimplantation, läßt in der Massenfertigung kaum Streuungen geringer als 2 % zu), sowie einer erhöhten Zuverlässigkeit. Auf diesem Gebiet sind neue revolutionäre Impulse von einer Technologie zu erwarten, die vor zwei Jahren noch als das Lieblingskind verspielter Physiker angesehen wurde: Dem Laserausheilen und dem Rekristallisieren amorpher und polykristalliner Siliziumschichten. Details über diese hochinteressante Technik folgen in einem der nächsten Hefte.

Hervorgehoben sei noch der Beitrag der Laserbehandlung zum Thema „Zuverlässigkeit": Bekanntlich werden die Bauelemente in integrierten Standardschaltungen durch eine pn-Isolation, also durch gesperrte pn-Übergänge, voneinander isoliert. Weist auch nur ein geringer Bruchteil der gesamten pn-Übergangsfläche durch eine Störung ein schlechteres Sperrverhalten auf, dann führt das in der Regel zu einem Ausfall der gesamten integrierten Schaltung. Überlegen wäre in jedem Fall eine dielektrische Isolation, bei der die Halbleiterbauelemente getrennt voneinander auf einem isolierenden Substrat aufgebracht sind (dies führt auch zu einer Verkleinerung parasitärer Kapazitäten). Eine dielektrische Isolation wird heute bereits in der sogenannten SOS(silicon on saphire)-Technik realisiert, leider einem aufwendigen und kostenträchtigen Verfahren. Neuerdings ist es gelungen, auf Quarzsubstraten polykristallines Silizium abzuscheiden und dieses mit Hilfe von Laserstrahlen zu rekristallisieren: Das Ergebnis einer solchen Behandlung ist eine grobkörnig strukturierte Schicht mit erheblich verbesserten Eigenschaften, die bereits die Möglichkeit zur Bauelementerzeugung eröffnen. In diesem Fall gelingt es, die Qualitäts- und Leistungsvorzüge der dielektrischen Isolation zu gewinnen, ohne die Nachteile der SOS-Technologie in Kauf nehmen zu müssen.

Literatur

[1] *Schaumburg, H.:* Lithografietechniken für höchstintegrierte Schaltungen. FUNKSCHAU 1979, Heft 8, Seite 431; Heft 9, Seite 501.

[2] *Keynes, R. W.:* The Evolution of Digital Electronics Towards VLSI. IEEE Spectrum 1979, Heft 14, Seite 193.

[3] *Klaassen, F. M.; Hart, P. A. H.:* Scaling down MOSFETs and Bipolar Devices. What are the Limits? Essderg 1978, Montpellier.

Stichworte zum Inhalt
Halbleitertechnologie, Hochtemperaturprozesse, Niedertemperaturprozesse, Grundprozesse, lichtoptische Lithografieverfahren, Fertigungstoleranzen.

Entwicklungen der Technologie integrierter Schaltungen

Grundprozeß	LSI-Technologie	VLSI-Technologie
Material, Epitaxie	Kristallziehen Gasphasen-Epitaxie unter Atmosphärendruck	Kristallziehen Gasphasen-Epitaxie unter reduziertem Druck } optimiert auf min. Fehlerdichte und Dotierungsschwankungen
Aufbringen einer isolierenden Schicht	therm. Oxydation unter Atmosphärendruck CVD (chemical vapor deposition) unter Atmosphärendruck	therm. Oxydation unter { Hochdruck / reduziertem Druck CVD { unter reduziertem Druck / Plasma-unterstützt
Ätzen	Naßätzen teilweise Plasmaätzen	Trockenätzen: Plasmaätzen Ionenätzen
Dotierung	Gasphasendotierung teilweise Ionenimplantation therm. Ausheilen	vollständige Ionenimplantation therm. Ausheilen Laser-Ausheilen
Metallisierung	Aluminium dotiertes Polysilizium	Aluminium-Silizium (z. B. 2 %) dotiertes Polysilizium neue Metalle: Silizide, Molybdän, Cobalt
Schaltungsentwurf	teilweise CAD (Computer aided design)	vollständiges CAD mit Optimierung auf Testbarkeit

Helmut Israel

Signal aus dem Rauschen

Der Lock-in-Verstärker

Die Auswertung von Signalen mit sehr geringem Pegel wird durch das Rauschen eingeschränkt oder gar unmöglich gemacht. Der Lock-in-Verstärker ist eine aus mehreren Stufen bestehende Schaltung, die eine Signalauswertung auch dann noch erlaubt, wenn die Rauschspannung mehrere Größenordnungen höher ist als die Signalspannung. Die Anwendung ist jedoch auf solche Meßspannungen beschränkt, die eine beliebige, aber feste Frequenz und eine konstante Phasenlage haben.

Der Lock-in-Verstärker ist in der Lage, Signale hervorzuheben, die völlig vom Rauschen überdeckt sind. Die Amplitude der Rauschspannung kann bis zu 10^4mal größer sein als die der zu messenden Wechselspannung. Diese Eingangsspannung, die das Gerät auswerten soll, erzeugt eine zu ihr proportionale Gleichspannung, deren Höhe zudem von der Phasenlage der Eingangsspannung abhängt und somit auch diese Größe erfaßbar macht. Der Lock-in-Verstärker ist sozusagen ein phasenempfindliches Meßgerät, das den Wert einer völlig verrauschten Meßspannung genau feststellen kann. Ein verrauschtes Signal wird also im Lock-in-Verstärker wieder hergestellt.

Phasenkopplung mit Referenzspannung

Das alles ist möglich, indem der Lock-in-Verstärker, genauer seine wichtigste Stufe, der phasenempfindliche Gleichrichter, kurz PSD-Stufe genannt (phasensensitiver Detektor), die ankommende Meßspannung mit einer Referenzwechselspannung vergleicht. Nur solche Signale werden in der PSD-Schaltung weiter verarbeitet, die in Frequenz und Phase mit der Referenzspannung übereinstimmen. Der Lock-in-Verstärker befreit durch die Sperrfunktion der Referenzspannung das Eingangssignal vom Störpegel.

Die Industrie stellt Geräte her, die eine solche Empfindlichkeit aufweisen, daß noch bei einer Eingangssignalspannung von 10 nV Vollausschlag am Instrument angezeigt wird. Diese geringe Meßspannung kann dann mit einer Rauschspannung von etwa 1 mV überlagert sein und trotzdem noch erfaßt werden.

Das Gerät stellt ein äußerst enges Filter dar, dessen Abstimmung durch die Festlegung der Referenz fixiert ist. Es gibt kein anderes bekanntes Filter, das mit einem annähernd entsprechenden Gütefaktor Q aufwarten könnte. Weichen die beiden Frequenzen f_R (Frequenz der Referenzspannung) und f_S (Frequenz der Signalspannung) auch nur ein klein wenig voneinander ab, zeigt das Gleichspannungsinstrument am Ausgang keinen Wert mehr an.

Das Funktionsprinzip

Die Eingangsspannung U_S wird durch eine Doppelweggleichrichterschaltung bekannter Art zu einem Gleichspannungssignal, und zwar einfach dadurch, daß die beiden Dioden,

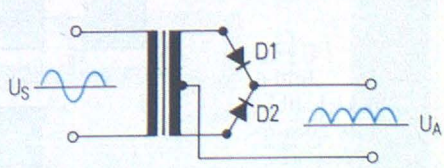


Bild 1. Das Grundprinzip des Lock-in-Verstärkers läßt sich auf eine Zweiweggleichrichtung zurückführen

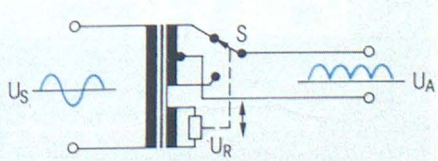


Bild 2. Die Dioden im Bild 1 werden durch einen spannungsgesteuerten Schalter ersetzt

D1 und D2 in dem Moment leitend werden, in dem der Augenblickswert der Wechselspannung U_S die Polarität wechselt (*Bild 1*).

Jede Wechselspannung, mag sie noch so sehr mit überlagernden Komponenten versehen sein, wird also gleichgerichtet, auch die Rauschspannung. In der PSD-Stufe des Lock-in-Verstärkers werden die beiden Dioden durch einen Umschalter S ersetzt (*Bild 2*).

Der Umschaltzeitpunkt wird nicht mehr von der ankommenden Schwingung selbst bestimmt, sondern von der Referenzspannung U_R, die nun die Wechselspannung im richtigen Moment umschaltet und so zu einer pulsierenden Gleichspannung macht, bei der die Bedingung $f_R=f_S$ erfüllt wird. Die Phasenlage muß ebenfalls übereinstimmen. Alle anderen in U_S enthaltenen Wechselspannungsanteile werden jedoch „zerhackt". Im Ausgang ergibt sich für diese ein Gleichspannungs-Mittelwert von Null. Es ist ersichtlich, daß eine rein sinusförmige Wechselspannung, etwa die Netzspannung, in den beiden abgebildeten Schaltungen völlig gleich behandelt wird, aber nur dann, wenn die Refernzspannung U_R ebenfalls die Netzfrequenz (und die gleiche Phasenlage) hat. Der gesteuerte Schalter S „sieht wachsam" auf Schwingungen mit abweichender Frequenz und sorgt für ihre Unwirksamkeit am Anzeigeinstrument.

Die ganzzahligen Harmonischen der Grundschwingung schlüpfen jedoch durch. Sie haben zwar eine immer kleiner werdende Amplitude, erfüllen aber die Bedingung des richtigen Umschaltzeitpunktes. Darauf wird noch eingegangen werden.

Mehrere Möglichkeiten zur Realisierung

Die Verwirklichung der phasenempfindlichen Gleichrichterstufe kann schaltungstechnisch auf mancherlei Art erfolgen. Zur Erklärung soll ein Operationsverstärker benutzt werden. Das *Bild 3* zeigt die Prinzipschaltung.

Der PSD-Stufe werden die Signalspannung U_S und die Referenzspannung U_R zugeführt. Am invertierenden und am nichtinvertierenden Eingang liegt gleichzeitig U_S. Bei guter Gleichtaktunterdrückung des Operationsverstärkers haben die zugeführten Eingangsspannungen U_{S1} und U_{S2} keinen Einfluß auf die Ausgangsspannung U_A, da sich gleiche und entgegengesetzte Wechselspannungen aufheben. Ist S2 geschlossen, der nichtinterverierende Eingang also geerdet, und liegt dann die negative Halbwelle am invertierenden Eingang, so ergibt sich

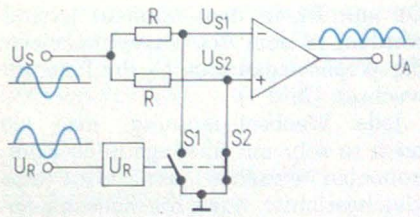


Bild 3. Prinzipschaltbild des Lock-in-Verstärkers

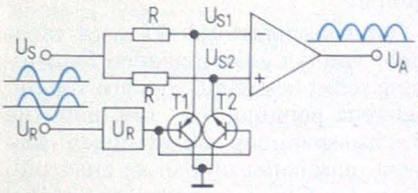


Bild 4. So läßt sich eine Schaltung realisieren

eine positive Halbwelle am Ausgang. Schaltet die Referenzspannung im richtigen Augenblick um (S1 zu, S2 auf), nämlich dann, wenn die negative Halbwelle an ihrem Ende den Null-Durchgang hat, gelangt die positive Halbwelle an den nichtinvertierenden Eingang. Der invertierende Eingang ist jetzt wirkungslos. Am Ausgang des ICs entsteht wieder eine positive Halbwelle. In einer elektronischen Schaltung werden die Schalter S1 und S2 durch ein komplementäres Transistorpaar ersetzt (*Bild 4*).

Es soll nun an einigen Beispielen (*Bild 5*) gezeigt werden, wie die gesteuerten Schalter bzw. Tranistoren ein Ausgangssignal erzeugen. Gezeichnet sind jeweils der Verlauf der Signalspannung U_S, der gleichzeitige Verlauf der Referenzspannung U_R und schließlich der Spannungsverlauf U_A am Ausgang, jeweils bei anderen Frequenz- bzw. Phasenbedingungen.

Nur wenn $f_S=f_R$ und $\varphi= 0$ oder $\varphi= 180°$ ist, gibt der phasenempfindliche Gleichrichter einen wesentlichen Gleichspannungsanteil ab, dessen Polarität von φ abhängig ist (phasenempfindlich). Auch andere Frequenzverhältnisse tragen zu einem Gleichspannungsanteil bei. Durch den Einbau von Filtern wird versucht – wie noch erläutert werden wird –, ihn auf nahezu Null zu bringen.

Die Stufen des Lock-in-Verstärkers

Ein kompletter Lock-in-Verstärker besteht aus mehreren Stufen. Im allgemeinen werden der PSD-Stufe ein Verstärker und ein Filter vor- sowie ein weiteres Filter nachgeschaltet, auf das der Gleichspannungsverstärker mit einem Anzeigeinstrument folgt (*Bild 6*). Die Vorverstärkerschaltung soll eine hohe Verstärkung bringen und rauscharm sein. Dem Vorfilter kommt die Aufgabe zu, den Rauschpegel schon vor der PSD-Stufe, die ihn beseitigen soll, herabzusetzen. Danach folgt das Nachfilter. Die Gleichspannung, die von der PSD-Stufe erzeugt wird, enthält noch überlagerte Wechselspannungen verschiedener Frequenz. Sie entstehen durch Überlagerung der Eingangspannung U_S mit der Referenzspannung U_R.

Der Gleichspannungsverstärker dient einmal dazu, das Anzeigeinstrument anzupassen, zum anderen aber kann ein Teil der geforderten Gesamtverstärkung von ihm übernommen werden. Wenn der Lock-in-Verstärker seine Aufgabe erfüllen soll, muß er auf die Frequenz der Meßspannung eingestellt sein. Die Referenzstufe erzeugt die „Schaltfrequenz", deren Takt von der Meßspannung selbst abgezweigt oder aber von der gleichen Vorrichtung hergestellt wird, welche die Frequenz der Meßspannung bestimmt.

Der Einsatz des Lock-in-Verstärkers

Als Einsatzbeispiel läßt sich ein Gerät anführen, das die Intensität von Wärmestrahlen messen kann, sei es zur Erfassung der Strahlungsstärke, sei es zur Ortung von Strahlungsquellen im sichtbaren oder unsichtbaren Strahlgebiet (*Bild 7*).

Die Wärmestrahlung wird durch einen Chopper – das ist eine rotierende Lochscheibe – periodisch unterbrochen. Die gleiche Scheibe unterbricht die Lichtstrahlen einer Leuchtdiode. Das aus dem angestrahlten Fotosensor gewonnene Signal wird als Referenzsignal U_R dem Gerät zugeführt. Die Umwandlung der nun „modulierten" Wärmestrahlung in das Meßsignal U_S übernimmt ein Detektor für Licht oder für den Infrarot-Bereich.

Breiter Einsatzbereich

Der Anwendungsbereich dieser Geräte ist groß und weitet sich mehr und mehr aus. Sie werden zur Messung im optischen und im Infrarot-Bereich verwendet; für Messungen an Laserstrahlen werden sie auch oft eingesetzt.

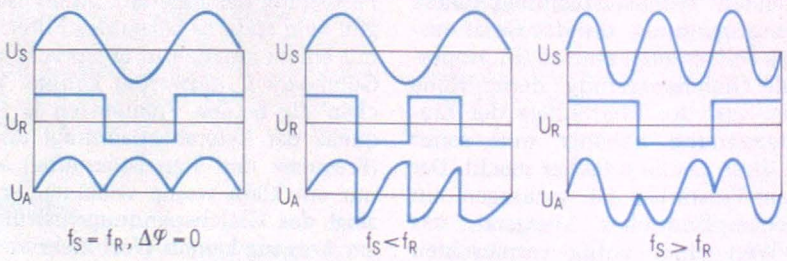


Bild 5. Anhand der Diagramme läßt sich erkennen, daß nur dann der Mittelwert von U_A ungleich Null ist, wenn U_S und U_R sowohl in der Frequenz als auch in der Phase gleich sind

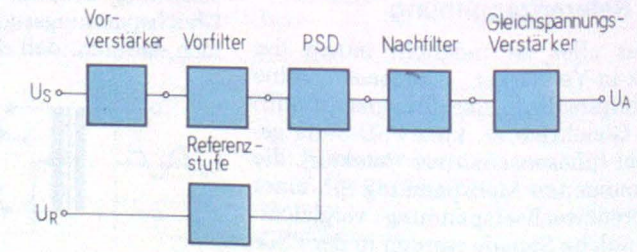


Bild 6. Blockschaltbild eines Lock-in-Verstärkers

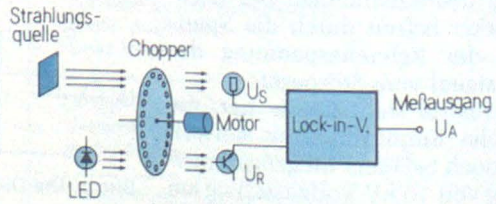


Bild 7. In diesem Beispiel wird der Lock-in-Verstärker in einem Wärmestrahlungsmeßgerät verwendet

Rausch- und Geräuschanalysen können mit diesen Geräten ebenfalls durchgeführt werden.

Schließlich hat man mit einem Lock-in-Verstärker ein hochempfindliches phasen- und polaritätsanzeigendes Wechselspannungs-Meßgerät in der Hand, ganz gleich, ob die Signale sauber oder verrauscht sind. Für den Informationsaustausch zwischen Satelliten oder Raumsonden und den Bodenstationen bilden diese Baugruppen einen wesentlichen Teil der elektronischen Anlage.

Stichworte zum Inhalt

Lock-in-Verstärker, PSD-Stufe, Rauschen, hochwertiges Filter, Strahlungsmessung.

Automatik-Meßplatz für Sprechfunkgeräte

Als Nachfolger des halbautomatischen, handbedienbaren Meßplatzes SMFS hat Rohde & Schwarz zur Messung von Sprechfunkgeräten der Modulationsarten AM, FM und Phasenmodulation den Automatik-Meßplatz SMFP (*Bild*) entwickelt. Es handelt sich dabei um einen universell programmierbaren sogenannten Mobile Tester für den Frequenzbereich 400 kHz bis 1000 MHz. Er enthält alle für Präzisionsmessungen an Sprechfunkgeräten erforderlichen Meßeinrichtungen und läßt sich z. B. mit dem Process Controller PPC von R & S zu einem preisgünstigen, vollautomatischen Sprechfunkmeßplatz für Klein- und Großserienmessungen in Produktion, Service und Labor erweitern. Kleine Gehäuseabmessungen, geringes Gewicht und möglicher Batteriebetrieb gestatten die Installation eines automatischen Sprechfunkgerätemeßplatzes auf engstem Raum auch in einem Meßfahrzeug.

Die übersichtliche, nach durchzuführender Messung klar gegliederte Frontplatte sowie eingebaute Meßroutinen und hohe Meßgeschwindigkeit erleichtern die Arbeit. Der Mobile Tester SMFP erlaubt die Wahl zwischen Handbedienung und automatischem Betrieb mit Protokollausgabe über Drucker.

Bei Handbedienung lassen sich Frequenz und Pegel sowie Modulationsgrad und Frequenzhub über das gemeinsame Tastenfeld direkt in der gewünschten Einheit eingeben, wobei die Eingabewerte durch entsprechende Tasten quasikontinuierlich nach oben oder unten geändert werden können.

Übersichtlich angeordnete Displays zeigen gleichzeitig die gewünschten Meßgrößen und Meßwerte mit Einheit an, so daß Ablesefehler vermieden werden und die Abhängigkeit von Meßwerten untereinander leicht feststellbar ist. Zusätzlich gibt eine Quasi-Analog-Anzeige, die sich per Tastendruck den unterschiedlichen Messungen zuordnen und in ihrer Empfindlichkeit einstellen läßt, einerseits Tendenzen an und erleichtert andererseits Minimum- oder Maximum-Abgleiche.

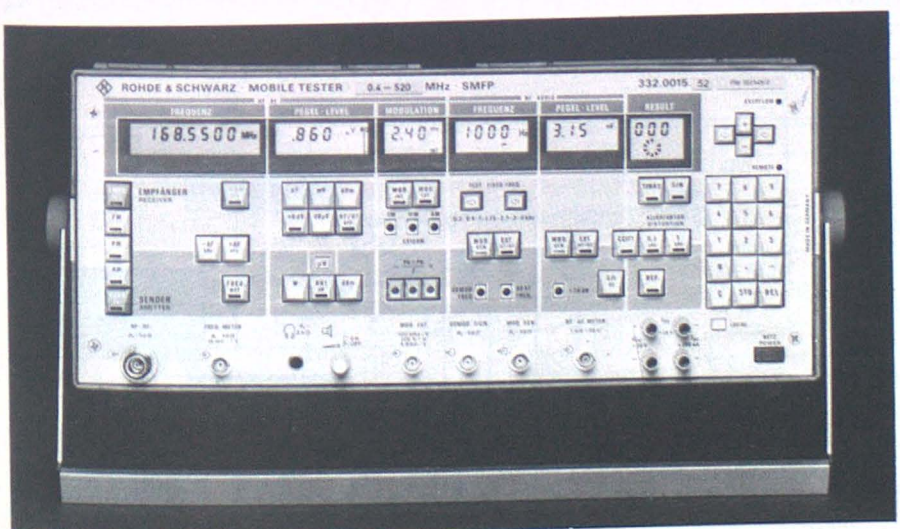
Übernimmt ein Steuerrechner die Geräteeinstellung und das Abrufen der Meßroutinen, so kann der SMFP verdeckt am Arbeitsplatz eingebaut werden.

Programmierbare Steuerleitungen und ein Relaisfeld gestatten die automatische Einstellung des Funkgerätes vor oder auch während der Messung (z. B. Kanalwahl, Sender/Empfänger-Umschaltung) sowie die Steuerung nicht IEC-Bus-fähiger Zusatzeinrichtungen. Ta.

Durchstimmbarer Ballempfänger

Nach dem Einkanal-VHF-FM-Ballempfänger EU 201 stellt Rohde & Schwarz nun die durchstimmbare Version dieses Gerätes mit der Typenbezeichnung EU 200 vor. Sie komplettiert die Reihe der UKW-Stereo-Geräte, zu der neben den Ballempfängern die Stereocoder GC 003 und MSC 2, der Meßdecoder MSDC 2 und der ebenfalls neue VHF-FM-Umsetzer UR 050 gehören.

Der durchstimmbare Ballempfänger EU 200 zeichnet sich durch großen Stereo-Geräuschspannungsabstand, sehr hohe dynamische Selektion, große Frequenzstabilität, quarzgenaue Frequenzanzeige, sehr gute Stereo-Übersprechdämpfung und geringe nichtlineare Verzerrungen aus. Er unterscheidet sich vom Einkanalgerät EU 201 nur im Hf-Teil, in dem ein programmierbarer Synthesizer quarzgenauen Empfang gewährleistet. Der Frequenzbereich 87,5...108 MHz wird quasikontinuierlich in 10-kHz-Schritten durchgestimmt; damit lassen sich die Aufgaben des Ballempfangs erfüllen, bei denen ein schneller Frequenzwechsel erforderlich ist. Bei Verriegelung des Abstimmknopfes übernimmt ein Speicher die gewählte Empfangsfrequenz und hält auch bei ausgeschaltetem Gerät oder Stromausfall den gespeicherten Wert fest. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit kann der ER 200 auch als Reserveempfänger für mehrere Einkanalempfänger in passiver Bereitschaft betrieben werden. Ra.



Der Mobile Tester SMFP enthält alle für Präzisionsmessungen an Sprechfunkgeräten erforderlichen Meßeinrichtungen (Foto: Rohde & Schwarz)

Hans-Dietrich Rosenthal

Ohne Umschaltung:

Fernseh-Netzteil für 90...264 V

Die Forderung nach höchster Flexibilität stand im Vordergrund bei der Konzeption der neuen Farbfernseh-Elektronik von ITT (siehe Heft 17/1980, Seite 95) – vor allem im Hinblick auf die Tatsache, daß das Unternehmen über 50 % der Farbfernsehproduktion exportiert. Ein wesentliches Merkmal der neuen Konzeption sind deshalb drei Funktionsblöcke (Signal-Funktionsblock mit Hf, Zf, Ton-Zf und Nf, Decoder-Funktionsblock mit RGB-Endstufen sowie Powerboard mit Netzteil und Ablenkung), die flexibel an die unterschiedlichsten Bedingungen auf den verschiedenen Märkten angepaßt werden können. Eine interessante Besonderheit des dritten Funktionsblocks soll nachfolgend beschrieben werden. Sie erlaubt den Anschluß entsprechend ausgerüsteter Farbfernsehgeräte an alle Netzspannungen von 90 V bis 264 V.

Der Betrieb von Fernsehgeräten erfolgt in Europa vornehmlich an Netzspannungen von 220 V und 242 V. In anderen Exportländern sind jedoch häufig auch Netze mit 110 V und 127 V Nennspannung anzutreffen.

Von 90 V bis 264 V ohne Umschaltung

Bisher wurden Fernsehgeräte von ITT für diese Länder mit einer Spannungsverdopplerschaltung nach Greinacher ausgerüstet. Es hat sich aber gezeigt, daß in einigen Ländern wegen der sehr instabilen Versorgungsnetze eine Zuordnung der Geräte für 220 V (+ 20 %/− 15 %) oder 110 V (+ 27 %/ −15 %) nicht ausreichend ist. Für diese Fälle wurden zwei Zusatznetzteile entwickelt, die ohne Umschaltung den Betrieb eines damit ausgerüsteten Fernsehgerätes einschlielich einer Fernbedienung für Bereitschaftsbetrieb an Netzspanungen zwischen 90 V und 264 V problemlos gestatten.

Wesentliche Gesichtspunkte zur Entscheidung für dieses Konzept waren einerseits die Umstellung aller Geräte ohne besondere Vorleistungen – auch nach der Auslieferung – auf den erweiterten Netzspannungsbereich und andererseits die Vermeidung höherer Betriebsparameter in den Bauteilen der Schaltung gegenüber einem 220-V-Betrieb, um das positive Lebensdauerverhalten der Geräte nicht zu verändern. Durch ein Zusatz-Wandlernetzteil – in Serie geschaltet zur Versorgungsgleichspannung des Fernsehgerätes – und ein weiteres Wandlernetzteil für die Versorgungsspannung der Fernbedienung konnten diese Forderungen erfüllt werden.

Das Wandlernetzteil 1 versorgt das Fernsehgerät in netzgetrennter oder netzverbundener Ausführung (*Bild 1*). Drei Leitungen stellen die Verbindung zum Fernseh-Chassis her. Bei einem nachträglichen Einbau ist die Brücke Br1 zu entfernen und der Widerstand R2 einzubauen.

Besitzt das Fernsehgerät eine Fernbedienung für den Bereitschaftsbetrieb, so ist außerdem das Wandlernetzteil 2 erforderlich. Über vier Leitungen ist dieses Wandlernetzteil mit der Spannungsversorgungsschaltung der Fernbedienung verbunden; der Transformator Tr1 ist auszubauen. Beide Netzteile werden mit einer Kunststoffhalterung im Gehäuse des Fernsehgerätes befestigt.

Die umfangreichen Veröffentlichungen über Schaltnetzteile erübrigen eine ins Detail gehende Beschreibung der Netzteile; hier soll lediglich auf die Besonderheiten näher eingegangen werden.

Wandlernetzteil 1 – für Geräte ohne Fernbedienung

Bild 2 zeigt die Schaltung des Wandlernetzteils 1. Da eine höhere Ausgangsspannung U_A als die Eingangsspannung U_E erzeugt werden soll, ist die Speicherinduktivität Dr1 zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung angeordnet. Diese Wandler-Sparschaltung erzeugt also nur die Spannungsdifferenz zwischen der Eingangsspannung und der gewünschten Ausgangsspannung.

Die größte Leistung des Wandlernetzteils muß bei der niedrigsten Eingangsspannung abgegeben werden. Die Ausgangsspannung ist auf 230 V stabilisiert. Eine Eingangsgleichspannung von 230 V ergibt sich bei einer Netzspannung von etwa 190 V.

Im Netzspannungsbereich von 190 V bis 264 V findet daher keine Wandlungsfunktion mehr statt, d. h. die Eingangsgleichspannung ist über die Induktivität Dr1 und die Diode D8 mit der Ausgangsspannungsklemme des Netzteils verbunden. Dabei sind alle Transistoren T1...T6 gesperrt.

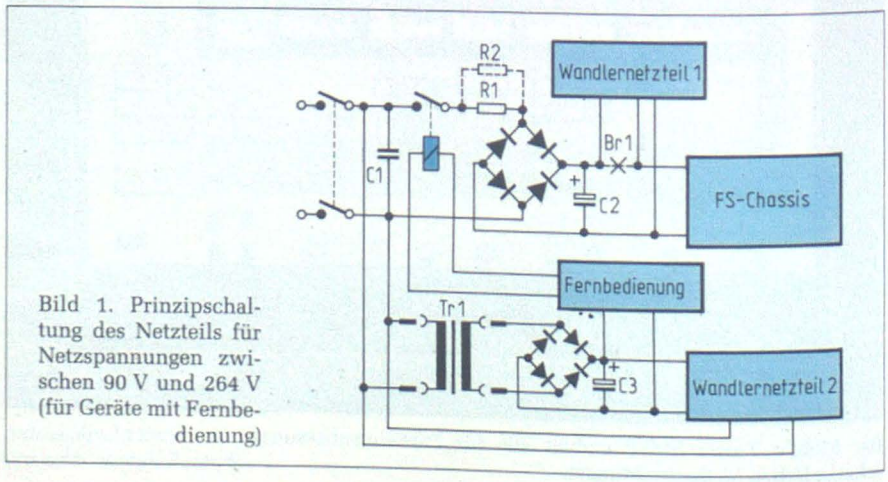


Bild 1. Prinzipschaltung des Netzteils für Netzspannungen zwischen 90 V und 264 V (für Geräte mit Fernbedienung)

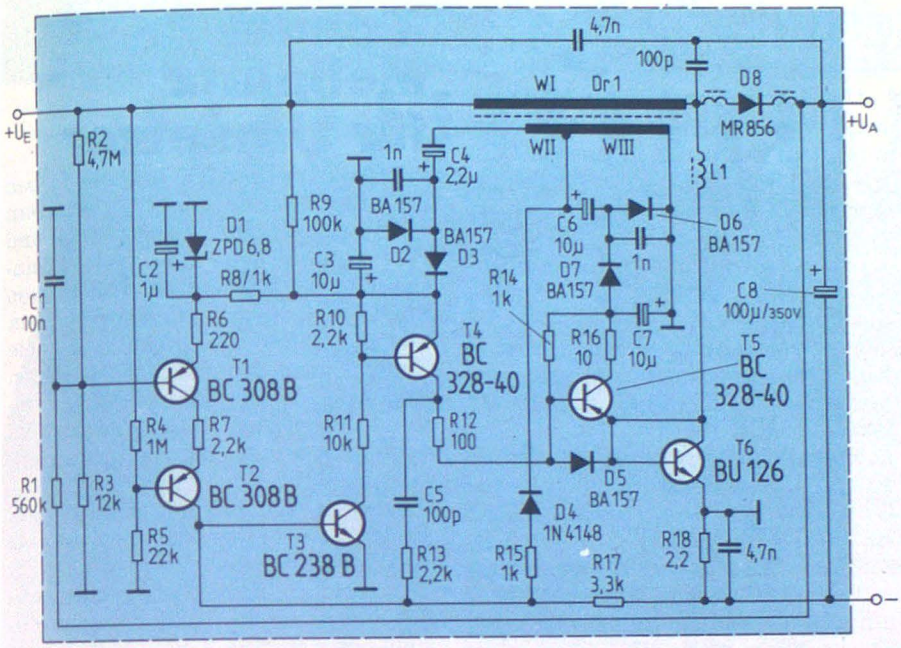


Bild 2. Schaltung des Wandlernetzteils 1

Die Verluste des Wandlernetzteils sind in diesem Netzspannungsbereich sehr klein. Lediglich an der Diode D8 und am Widerstand R9 (Referenzspannungserzeugung) entsteht zusammen eine Verlustleistung von etwa 1,4 W.

Die positive und negative Versorgungsspannung für die Treiberschaltung werden den Wicklungen WII und WIII der Wandlerinduktivität entnommen. Diese Spannungen können jedoch nicht in üblicher Einweggleichrichtung gewonnen werden, weil weder der positive noch der negative Spannungsmäander an den Wicklungen WII und WIII im Arbeitsbereich des Wandlers stabil ist.

Allerdings ergeben die positive und negative Mäanderspannung zusammen bei jeder Netzspannung zwischen 90 V und 190 V einen konstanten Wert. Es ist deshalb notwendig, die benötigte positive und negative Versorgungsspannung in Spannungsverdopplerschaltung zu erzeugen, und zwar für die negative Spannung mit den Bauteilen C6, D6, D7, C7 und für die positive Spannung mit C4, D2, D3 und C3.

Die Treiberschaltung besteht aus den Transistoren T4 und T5. Über T4, R12 und D5 fließt der Treiberstrom für den Schalttransistor T6. Zur Sperrung von T6 wird dessen Basis über T5 an die negative Versorgungsspannung geschaltet. Zu Beginn der Sperrphase der Schaltstufe fließt über T5 auch der Ausräumstrom aus der Basis von T6, der durch R16 begrenzt wird.

Der Regelverstärker umfaßt die Transistoren T1 und T3. Der Regelhub dieses Verstärkers ist durch T2 und R7 in Abhängigkeit von der Eingangsspannung begrenzt. Damit ist ein wirksamer Überlastungsschutz der Schaltstufe gewährleistet.

Zusätzlich für fernbediente Geräte: Wandlernetzteil 2

Alle Farbempfänger mit Fernbedienung besitzen dafür in der Grundausstattung ein konventionelles Netzteil mit Netztransformator und Graetz-Gleichrichtung. Die Serienschaltung eines Schaltwandlers zu der Ausgangsgleichspannung ist hier jedoch nicht möglich, weil der Netztransformator, der für 220 V ausgelegt ist, bei weniger als der halben Netzspannung nicht die gleiche Leistung übertragen kann wie bei 220 V. Aus diesem Grund blieb nur die Möglichkeit, ein Wandlernetzteil in netzgetrennter Ausführung parallel zum Ladekondensator C3 anzuordnen (*Bild 1*). Der Transformator Tr1 wird dann nicht mehr benötigt.

Ein verbreitetes Schaltwandlerkonzept, dessen Speicher- und Entladezyklus der Wandlerinduktivität jeweils bei der Induktion Null beginnen und enden, ermöglicht eine sehr einfache Steuer- und Regelschaltung. Hierbei erzeugt nämlich das Ende der Stromentnahme aus der Wandlerinduktivität an allen Wicklungen einen Spannungsabfall in Richtung 0 V, welcher zur Einleitung des nächsten Speicher-

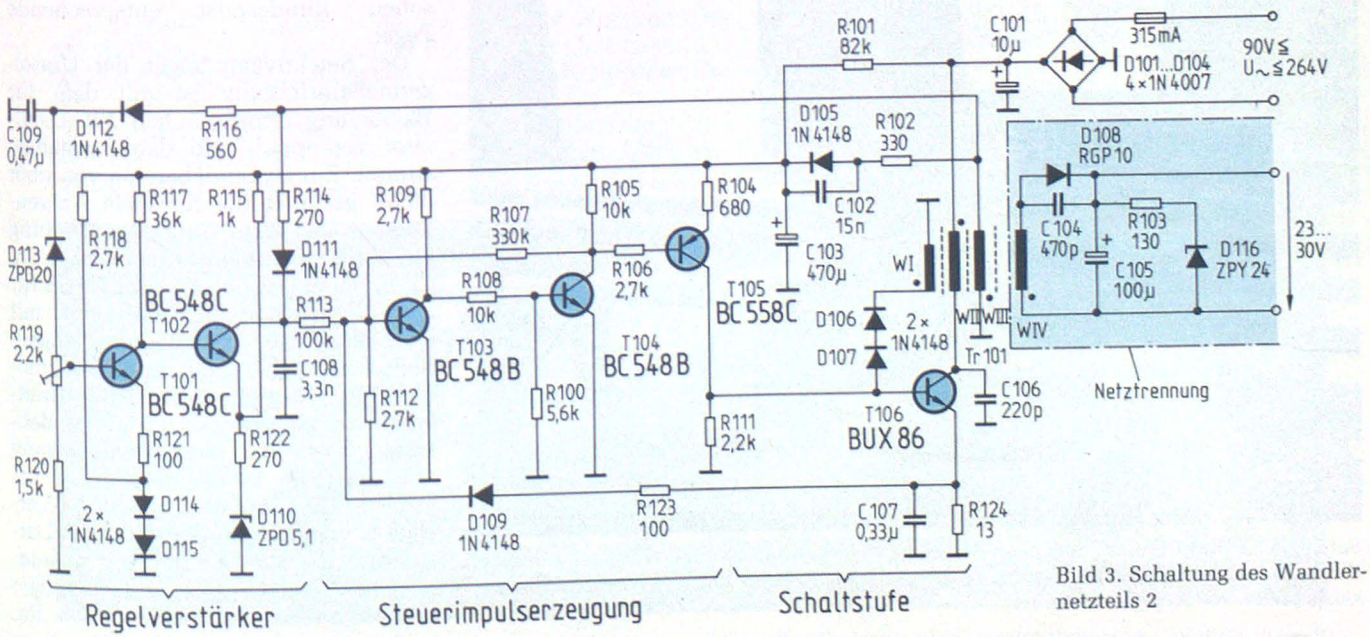


Bild 3. Schaltung des Wandlernetzteils 2

zyklus herangezogen werden kann. Beendet wird der linear mit der Zeit ansteigende Speicherstrom je nach Belastung des Wandlernetzteils durch die Regelschaltung früher oder später. Aus dieser Arbeitsweise ist ersichtlich, daß Laständerungen zu Frequenzänderungen des Netzteils führen; geringe Belastung ergibt eine höhere Schaltfrequenz.

Der Wirkungsgrad des Wandlers sinkt dabei allerdings stark ab. Für eine Fernbedienungsschaltung mit ständigem Bereitschaftsbetrieb und damit verbundener geringer Stromaufnahme ist dies jedoch nicht tolerierbar. Daher wurde die Steuerschaltung (*Bild 3*) so ausgelegt, daß bei geringer Belastung des Wandlernetzteils zwischen jedem Speicher- und Entladevorgang der Wandlerinduktivität Tr101 eine Pausenzeit eingefügt wird. Realisiert ist diese Funktion der Steuerschaltung durch R114, D111, C108 und den Regelverstärker T101, T102 mit seinen Bauteilen.

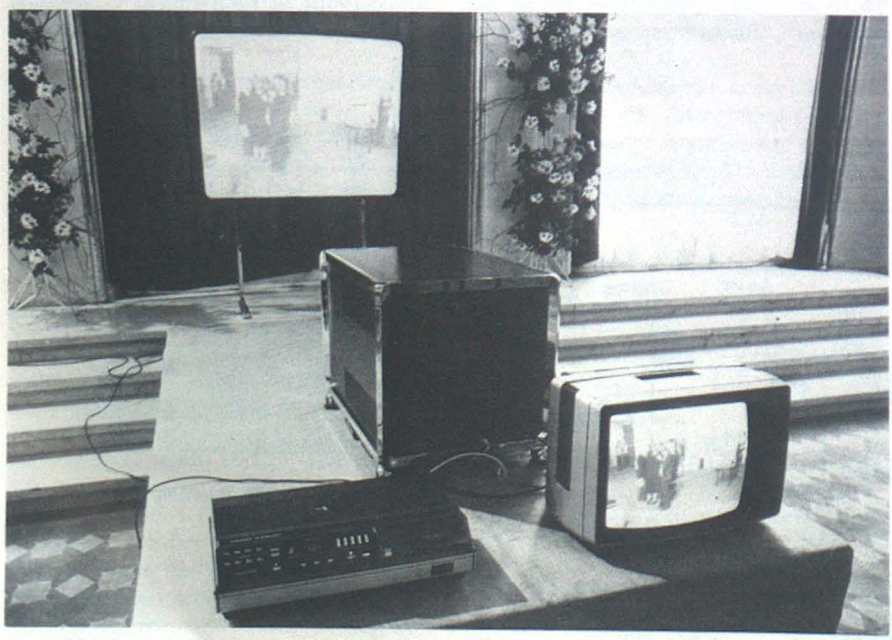
Die positive Spannung an WIII während der Entladezeit der Wandlerinduktivität lädt den Kondensator C108 über R114 und D111 auf. Die Treiberschaltung liefert dann keinen Treiberstrom in die Schaltstufe T106.

Ist der Entladevorgang der Wandlerinduktivität beendet, so sinkt die Spannung an WIII auf 0 V ab. D111 ist jetzt gesperrt, und C108 wird über den Regelverstärker entladen, bis die Sperrschwelle für T103 erreicht ist. Dadurch wird die Treiberstufe T105 leitend und damit auch die Schaltstufe T106. Durch unterschiedlich große Entladeströme des Kondensators C108 ist in dieser Schaltung der Einschaltzeitpunkt der Schaltstufe unabhängig von der abfallenden Flanke der Spannung an der Wandlerinduktivität.

Bühnenbild auf Videoband

Mit der im *Bild* gezeigten Video-Anlage werden neue Inszenierungen und Bühnenbilder der „Städtischen Bühnen Nürnberg" auf Videokassette festgehalten. Vor jeder Wiederaufführung kann dann dem Bühnenbildner oder dem Ensemble auf einem Großbildschirm die Situation wieder vor Augen gerufen werden, die bei einer vorherigen Aufführung bestand. Ferner kann der Regisseur den Schauspielern anhand der Aufzeichnungen Vergleichsmöglichkeiten bieten.

Die Übergabe der von der Gesellschaft für Opern- und Konzertfreunde und Grundig gestifteten Anlage – bestehend aus dem Videorecorder Video 2 x 4 plus, der Farbkamera Cinema 1900, dem Farbmonitor Super Color 2045 und dem Projektions-Farbfernsehgerät Cinema 9000 – fand Anfang des Jahres im Rahmen eines Neujahrskonzerts im Nürnberger Opernhaus statt. Konsul Senator Walter Braun, Präsident der Gesellschaft für Opern- und Konzertfreunde Nürnberg e. V., übergab die Stiftungsurkunde an den Direktor des Musiktheaters, Generalmusikdirektor Hans Gierster. Die Anlage hat sich in der Zwischenzeit bewährt und wird ständig benutzt. Ta.



Spielabläufe und Bühnenbilder werden bei den Städtischen Bühnen Nürnberg mit einer Video-Aufzeichnungsanlage festgehalten und können zu Lehr- und Dokumentationszwecken jederzeit wiedergegeben werden (Foto: Grundig)

Mobiler Meßplatz für Umsetzer

Die unterschiedlichen Meßaufgaben an Fernsehsendern und TV-Umsetzern in den Frequenzbereichen I, II, III und IV/V löst die neue Umsetzer-Meßeinrichtung MUF 2 (1...1000 MHz) von Rohde & Schwarz. Dieses vor allem für den Servicetechniker geeignete Kompaktgerät enthält alle für den Abgleich und zur Kontrolle von Fernseh-Anlagen wichtigen Meßgeräte und wertet die ermittelten Meßgrößen mikroprozessorgesteuert aus.

Der eingebaute Wobbelsender überstreicht den Frequenzbereich 1 bis 1000 MHz in einem Hub, wobei sich Teilbereiche mit beliebiger Mittenfrequenz über Grob- und Feinregler einstellen lassen. Die Ausgangsspannung beträgt 200 mV_{eff} am 50 Ω und ist durch einen Eichteiler in 99 × 1-dB-Stufen abschwächbar.

Das Oszilloskop erfüllt mit seiner 3-dB-Bandbreite von 12 MHz alle Anforderungen, die an die Darstellung von Fernsehsignalen gestellt werden. Eine verschiebbare Pegellinie gestattet es über einen Mikroprozessor Absolutpegel von Spannung, Leistung, Dämpfung und Verstärkung, aber auch Relativwerte zu bestimmen. Zur Orientierung auf der Frequenzachse dient die Mittenfrequenzanzeige am Display und zur genauen Frequenzbestimmung die vom Markenteil der Umsetzereinrichtung erzeugten, dekadisch abgestuften Frequenzmarken. Der speziell auf das Fernsehen zugeschnittene Zf-Generator für Bild, Ton und Seitenband liefert für die jeweilige Meßaufgabe gemäß den Forderungen der Deutschen Bundespost entsprechende Pegel.

Der Selektivempfänger der Umsetzermeßeinrichtung ist mit dem für Wobbelung erforderlichen YIG-Oszillator verkoppelt und damit mitabgestimmt. Ein Dynamikbereich von über 80 dB gestattet die für viele Anwendungen benötigte Selektivwobbelung bis herab zu Eingangsspannungen im µV-Bereich. Der Selektivempfänger für sich allein dient als Analysator, mit dem sich z. B. Nebenaussendungen, Rauschmaß, Linearität und Kreuzmodulation ermitteln lassen. Der Breitbanddemodulator wertet auch Meßobjekte aus, die mit Frequenzumsetzung arbeiten. Für Wobbelmessungen bei externer Demodulation ist ein Nf-Verstärker vorgesehen, der auch zur Darstellung der Gruppenlaufzeit zusammen mit dem Gruppenlaufzeitmeßgerät LFM 2 verwendet wird. Ra.

Dieter Nührmann

Bauelemente in Theorie und Praxis (33)

Eine Serie für alle, die es noch nicht wissen oder wieder vergessen haben

Verstärkung und Wahl des Einganges

Ein Operationsverstärker weist – ohne Beschaltung durch Gegenkopplung – eine Verstärkung auf, die je nach Typ Werte um 100000 erreichen kann. Die Aussteuerkennlinie in *Bild 199* zeigt ein Beispiel. Hier zeigt sich, daß bei einer angenommenen Spannungsverstärkung von V_U = 100000 bereits bei einer Steuerspannung am Eingang von mehr als 150 µV die lineare Aussteuerkennlinie verlassen wird.

Aus den vorgenannten Gründen stellt man in der Praxis den Operationsverstärker auf genau definierte, der Auslegung der Schaltung entsprechende Verstärkungswerte ein. Und das geht recht einfach. Es werden hierfür zwei Widerstände benutzt, die nach *Bild 200 a* und *b* an den invertierenden Eingang und den Ausgang angeschlossen werden. Dabei fällt zunächst auf, daß der OP sowohl am nicht invertierenden Anschluß (+ U_E) als auch am invertierenden Anschluß (– U_E) angesteuert werden kann.

Wird eine Eingangsspannung nach Bild 200a an den Eingang +U_E geschaltet, ruft sie ein Ausgangssignal hervor, das in Phase mit der Eingangsspannung liegt. Der Eingangswiderstand R_E entspricht den Datenangaben des Herstellers. Operationsverstärker mit bipolarem Transistor im Eingang weisen einen $R_E \approx 200\,k\Omega...1\,M\Omega$ auf. Darlingtoneingänge bringen es auf 5 MΩ. Eingänge mit FETs liegen im Bereich von 10^{10} Ω und mehr.

Die Spannungsverstärkung V_u wird durch R1 und R2 eingestellt. Sie wird ermittelt nach Bild 200a zu

$$V_u = \frac{R1 + R2}{R2} = \frac{R1}{R2} + 1$$

ist $R_2 < R_1$, so ist angenähert auch $V_U \approx \frac{R1}{R2}$

Dazu ist aus der Praxis heraus zu sagen, daß der Wert von R2 im Bereich bei 500 Ω...10 kΩ liegen sollte. Anderseits werden ungern Verstärkungswerte > 500 eingestellt, um Instabilitäten zu vermeiden.

Beispiel: Gefordert ist V_u = 85, gewählt R2 = 2,2 kΩ. Dann ist R1 = R2 · (V_u – 1) = 2,2 kΩ · (85 – 1) = 185 kΩ.

Eine Eingangsspannung nach Bild 200b an den Anschluß –U_E geschaltet, ruft ein Ausgangssignal hervor, das um 180° zum steuernden Eingangssignal gedreht ist. Das geht auch aus der Steuerkennlinie von Bild 199 hervor. Die Größe des Eingangswiderstandes entspricht hier etwa dem Wert R2. Wie bekannt, liegt dieser – je nach Wahl – zwischen 500 Ω...10 kΩ. Die Verstärkung errechnet man aus der Gleichung

$$V_u = \frac{R1}{R2}.$$

Dabei ist jedoch zu bedenken, daß der Innenwiderstand R_i der steuernden Spannungsquelle sehr viel kleiner sein muß als R2. Ist das nicht der Fall, so gilt mit der Reihenschaltung von R_i und R2

$$V_u = \frac{R1}{R2 + R_i}$$

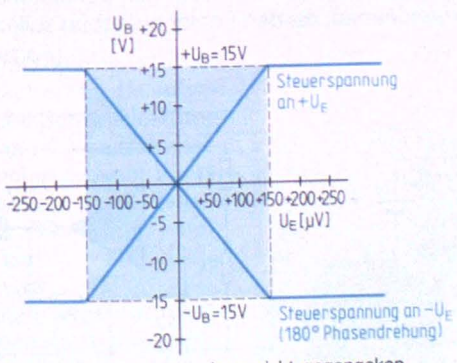


Bild 199. Ausgangskennlinie eines nicht gegengekoppelten OPs

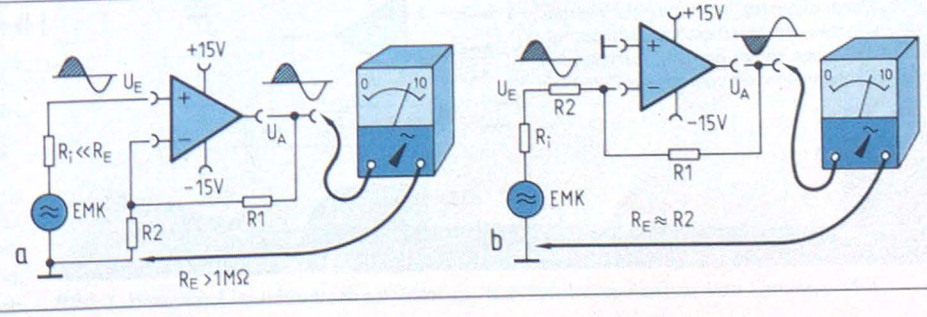


Bild 200. Wird das Eingangssignal an den nicht invertierenden Eingang gelegt, sind Ein- und Ausgangssignal „in Phase" (a). Bei Einspeisung des Signals in den invertierenden Eingang erfolgt eine Drehung des Signals von 180 °C (b)

Beispiel: Mit Vernachlässigung von R_i soll R2 = 2,2 kΩ sein, es wird ein V_u = 85 gefordert. Dann ist
R1 = V_u · R2 = 2,2 kΩ · 85 = 187 kΩ.

Wahl der Betriebsspannung

Operationsverstärker benutzen – bezogen auf den Ausgang – zwei Betriebsspannungen für ihren positiven und negativen Anschluß. Je nach Typ und Anwendung darf die Spannung zwischen dem positiven und negativen Anschluß Werte von 10 V...44 V aufweisen. Das entspricht bei der dualen Spannungsversorgung einem Spannungswert einer Batteriespannung von ± 5 V...± 22 V. Diese duale Spannungsversorgung läßt nach *Bild 201a* und *b* zwei Grundschaltungen zu. Beide Betriebsspannungen sind (nach Bild 201a, oben) gleich groß. Die Quellen U_{B1} und U_{B2} erhalten einen Massepunkt, auf den alle Betriebswerte des OP bezogen werden. Der Gegenkopplungsspannungsteiler R2 wird an Masse gelegt. Die untere Grenzfrequenz ist Null durch die galvanische Kopplung (Gleichspannungsverstärker). Zur thermischen Offsetkompensation ist es sinnvoll, bei Ansteuerung des invertierenden Eingangs (Bild 201a, unten) den nicht invertierenden Eingang über einen Widerstand R, dessen Größe R2 entspricht, an Masse zu legen.

In Bild 201b wird durch den Spannungsteiler R3/R4 am nicht invertierenden Eingang ein Spannungsmittelpunkt $\frac{U_B}{2}$ gefunden, wenn R3 = R4 ist. Es entspricht die Gleichspannung an $+U_E$ der Ausgangsspannung U_A. Beide weisen den Wert $\frac{U_B}{2}$ auf. Aus diesem Gunde ist es erforderlich, sowohl den Eingang als auch den Ausgang galvanisch über den Koppelkondensator C_K zu trennen. Das ergibt eine untere Grenzfrequenz f_u, die sich einerseits aus der Größe von C_K ergibt (Bild 201b, oben). Wesentlichen Einfluß hat jedoch auch der Kondensator C_K in Verbindung mit der Größe von R2 (Bild 201b, unten).

Ausgangsstufen von Operationsverstärkern

In den meisten Fällen weisen OPs Ausgangsschaltungen auf, die mit einer Komplementärendstufe aufgebaut sind. Die Ausgangsimpedanzen liegen je nach Typ zwischen 50 Ω...600 Ω. Darüber hinaus sind die Ausgänge kurzschlußsicher. Die maximal zulässigen Ausgangsströme betragen in der Regel bis 25 mA. Wie so oft, gibt es auch hier Ausnahmen. Einmal sind es die Typen, die einen Kurzschluß am Ausgang gegen Nullpotential nur für eine vom Hersteller beschränkte Zeit – meist 5 s – vertragen. Dann gibt es noch Typen mit offenem Kollektor. Hier ist ein Arbeitswiderstand erforderlich, dessen Wert in der Praxis zwischen 1 kΩ...4,7 kΩ liegt. Diese Typen – Beispiel TAA 761 – vertragen maximale Ausgangsströme bis 70 mA.

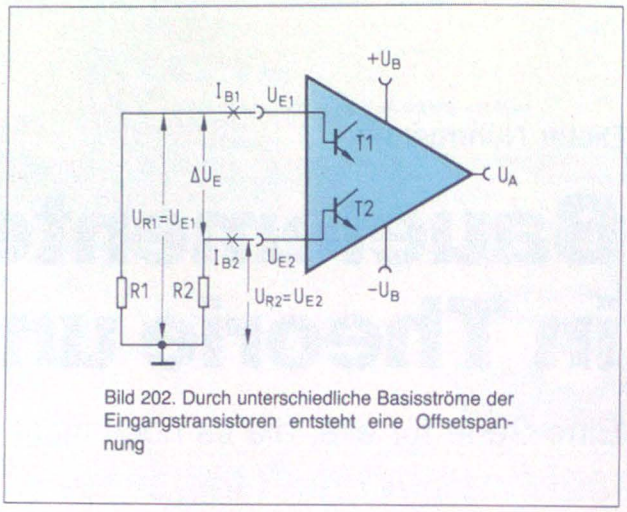


Bild 202. Durch unterschiedliche Basisströme der Eingangstransistoren entsteht eine Offsetspannung

Offsetkompensation

Gemäß dem *Bild 202* ist es möglich, daß das Produkt I_{B1} · R1 ≠ I_{B2} · R2 ist. In diesem Falle wird – durch die herstellungstechnisch bedingten unterschiedlichen Basisströme I_{B1} und I_{B2} der Eingangstransistoren T1 und T2 – eine Spannungsdifferenz Δ U_E entstehen. Diese Differenzspannung verschiebt den Arbeitspunkt des Verstärkers, so daß die Ausgangsspannung U_A ungleich Null ist. Aus diesem Grunde werden Kompensationsschaltungen vorgenommen, die den Fehler aufheben sollen.

(*Fortsetzung folgt*)

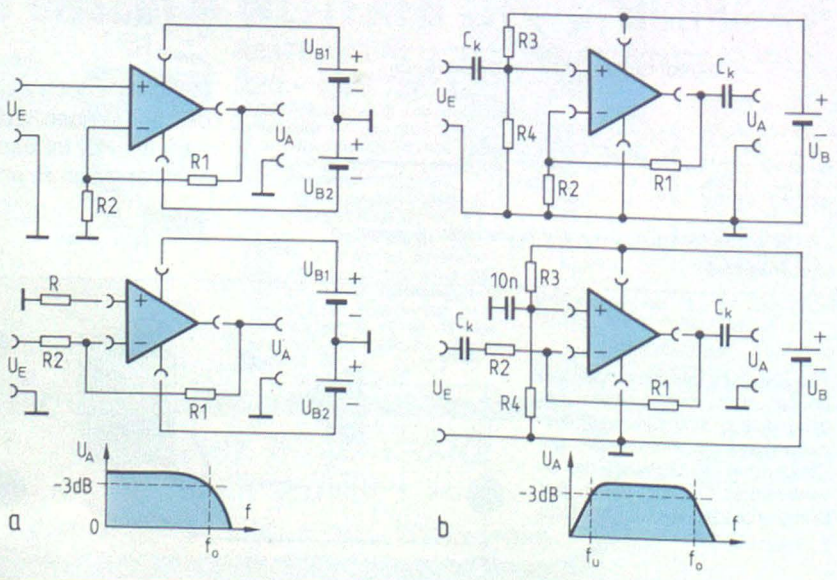


Bild 201. Symmetrische Spannungsversorgung; (a): oben die Grundschaltung für nicht invertierenden Betrieb, unten die invertierende Grundschaltung. Unsymmetrische Spannungsversorgung; (b): oben die nicht invertierende, unten die invertierende Grundschaltung. Für beide ist am Ein- und Ausgang ein Koppelkondensator erforderlich zur Potentialtrennung

Musisch-technisches Seminar

Ziel dieses 3-Tage-Seminars ist es, den HiFi-Fachverkäufer an die Musik heranzuführen und an Beispielen zu lernen, wie sich durch die Kenntnis musikalischer Begriffe ein Verkaufsgespräch gestalten läßt. Unser HiFi-Redakteur nahm mit etwa 20 HiFi-Fachverkäufern aus dem Handel am ersten Seminar dieser Art teil.

Vorausblickend erkannten die Inhaber der Lautsprecherfirma Summit, Hans und Rotraud Hennel, daß sich HiFi-Produkte mit Erfolg wohl bald nur noch über die Musik verkaufen lassen. Darunter ist zu verstehen, daß der HiFi-Kunde nicht mehr nach technischen Daten, wie z. B. Ausgangsleistung fragt, sondern das Verkaufsgespräch und die Kaufentscheidung über die – den Kundengewohnheiten angepaßte – Musikauswahl getroffen wird. Der Lehrgang wurde im Centrum für High Fidelity (*Bild 1*) des Werkes Wehrheim von Bernward Bruchhäuser (studierter Kirchenmusiker) geleitet.

Am Anfang stand die Technik

Nach offizieller Begrüßung durch den Firmeninhaber (die Firma Summit feierte vor kurzem ihr 10jähriges Bestehen) wurden technische Begriffe aufgefrischt, wie praktische Betriebsleistung eines Lautsprechers, Verstärkerleistungsberechnung bei gegebener Phonzahl, Vormagnetisierung und Wiedergabeentzerrung bei Bandaufnahmen, Höhenaussteuerbarkeit, Geräuschspannungsabstand usw.

Diesen technischen Ausführungen und Beispielen folgten die ersten musikalischen Definitionen vom Unterschied zwischen Klang und Ton, den Unterscheidungskriterien der einzelnen Instrumente, wie sich Anzahl und Verhältnis der Oberwellen zueinander verhalten, Lautstärke der Instrumente, Frequenzumfang und Ein-/Ausschwingen des Tones. Es folgten die Grundbegriffe aus der Noten- und Harmonielehre (*Bild 2*, z. B. Dur und Moll) sowie die musikalischen Begriffe wie Takt (z. B. ¾, ⅜), Tempobezeichnungen (z. B. Largo, Andante, Allegro, Presto, Furioso) und Lautstärkedefinitionen (z. B. piano, pianissimo bis zu forte). All dies wurde von Bruchhäuser musikalisch am Klavier demonstriert und abschließend an einer Kirchenorgel einer nahegelegenen Nachbargemeinde mit vielen Beispielen aus der E-Musik vertieft (*Bild 3*).

Instrumente machen die Musik

Dieser Tag war der Instrumentenkunde, den Komponisten und der Zusammenstellung eines Orchesters (z. B. Streicher, Holzbläser, Blechbläser, Zupfinstrumente, Tasteninstrumente und Schlagwerke) gewidmet und durch Demonstrationen von Schallplatten und Bändern ausgefüllt. Ziel war es, anhand vieler, speziell ausgewählter Passagen HiFi-Demonstrationsbeispiele kennenzulernen und zu interpretieren.

Bild 1. Das Centrum für High Fidelity der Firma Summit in Wehrheim

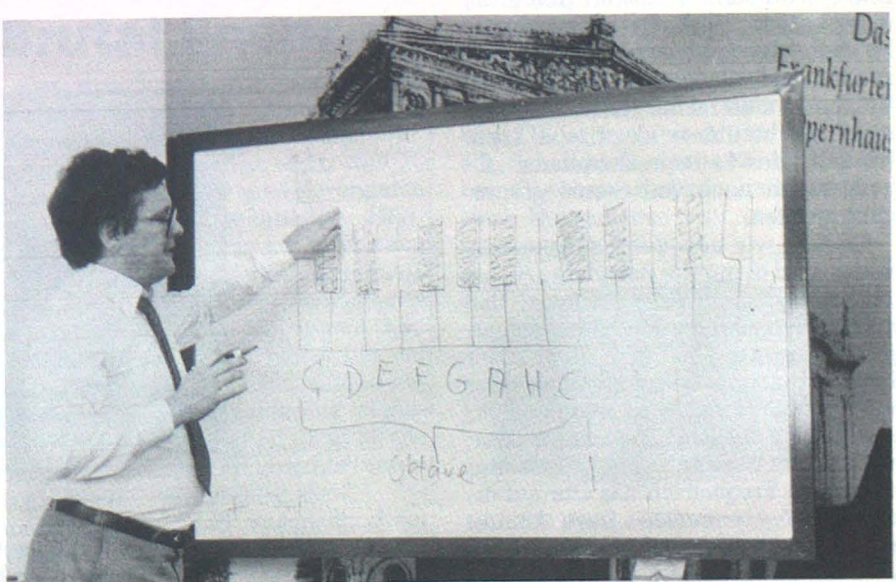


Bild 2. Bernward Bruchhäuser erläutert an der Tafel den Aufbau von Dur und Moll

Bild 3. An einer Kirchenorgel wurde mit vielen Beispielen aus dem Bereich der E-Musik die Klangfülle des Instruments demonstriert

Bild 4. Von Band und Platte werden speziell ausgewählte Passagen von verschiedenen Lautsprechern wiedergegeben

Dadurch, daß das Seminar sehr „lokker" abgehalten wurde, fand sich immer Zeit, sofort auf alle auftauchenden Fragen einzugehen. So z. B. die Fragen nach der Vorführlaufstärke, nach verbundener Musik (Instrument plus Stimme) oder nach Beispielen für Variations-Polyphonie.

Das letzte Glied der Kette

Der letzte Seminar-Vormittag war ebenfalls dem Abhören spezieller Passagen mit unterschiedlichen Lautsprecherboxen an verschiedenen Positionen im Raum gewidmet (*Bild 4*), und damit der Übergang zur möglichen Manipulation bei der Vorführung gefunden.

Ein Lautsprechervergleich nach *Bild 5* wird stark erschwert durch die unterschiedlichen Stereo-Basisbreiten. Im Falle des Lautsprecherpaares „A" zerfällt das Klanggeschehen in eine linke und eine rechte Hälfte – es entsteht das berühmte akustische Loch. Im Falle des Lautsprecherpaares „E" kann kaum noch von Stereo gesprochen werden.

Greifen wir aus der Lautsprecherwand (*Bild 6*) nur die Beispiele „A" bis „D" heraus und setzen voraus, daß sich das zu erwerbende Lautsprecherpaar darunter befinden soll. Der Durchschnittshörer, vor allem aber der unerfahrene Hörer, wird sich möglicherweise für das Paar „C" entscheiden, weil es in Ohrenhöhe plaziert ist und die hohen Frequenzen das Ohr auf direktem Weg erreichen. Dazu kommt die geringere Stereobasis, welche dazu beiträgt, das Klangbild als kumulierter zu empfinden. Der gleiche Hörer wür-

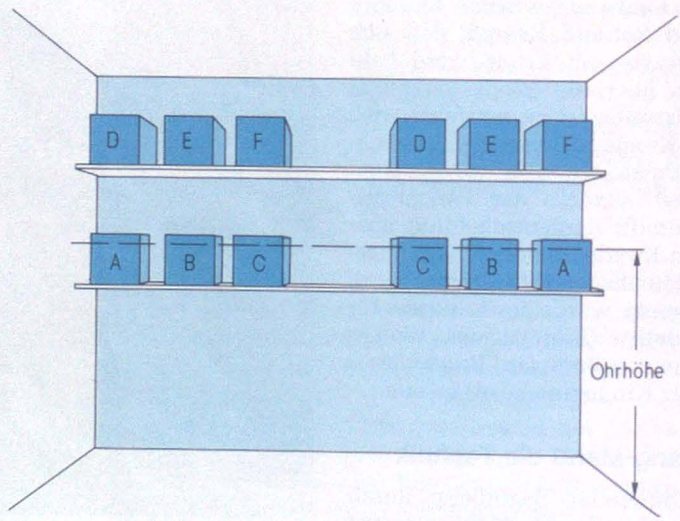


Bild 5. Beispiele für die Plazierung von Lautsprecher-Paaren mit unterschiedlicher Stereo-Basisbreite

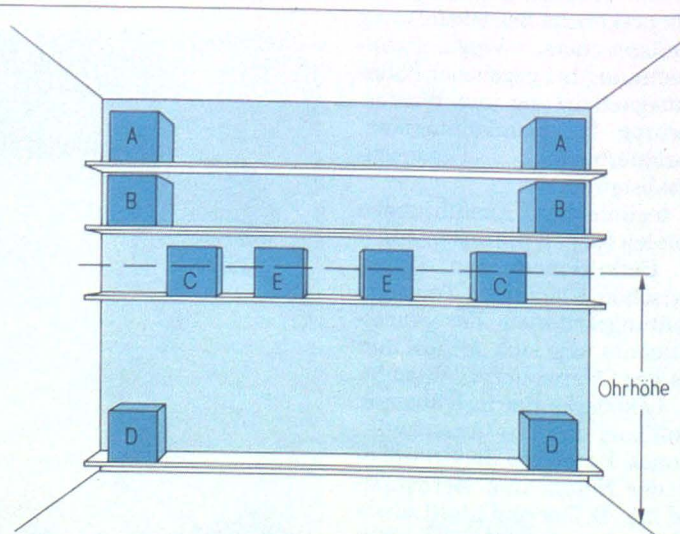


Bild 6. Je nach Anordnung der Boxen hat der Verkäufer die Möglichkeit, den Klangeindruck und damit die Kaufentscheidung des Kunden zu beeinflussen

de die Lautsprecherpaare „A" oder „D" mit der richtigen Begründung ablehnen, daß zu wenig Höhen vorhanden seien, daß das Klangbild auseinanderfällt und daß die Bässe zu dominant erscheinen. Kein Wunder:

- Bei geringem Hörabstand entsteht im Falle „A" oder „D" das sogenannte akustische Loch.
- Die hohen Frequenzen werden wegen ihrer Richtwirkung das Ohr nur über Reflexionen erreichen, im Falle des Paares „D" sogar vom Teppichboden geschluckt werden.
- Wegen dreier angrenzender Flächen wird eine Baßdominanz unvermeidlich den Klangeindruck beeinflussen.

Natürlich ließe sich dieses Spiel beliebig fortsetzen, z. B. mit jenem jungen Mann, der als Beat- oder Hardrock-Fan körperlich fühlbare Bässe bevorzugt. Dieser wird sich möglicherweise für Lautsprecherpaar „D" entscheiden und für die schlank klingende Version „C" nur ein müdes Lächeln übrig haben.

Je nach Anordnung der Lautsprecher im Raum (besonders kraß werden die Unterschiede in einem rechteckförmig geschnittenen Vorführraum mit Boxen an der Schmal- und Breitseite) hat der Verkäufer die Möglichkeit, den Klangeindruck und somit die Kaufentscheidung des Kunden zu beeinflussen. Erklärt sich der Kunde damit einverstanden, Lautsprecher bei sich zu Hause aufstellen zu lassen, so haben die Boxen schon mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit den Eigentümer gewechselt.

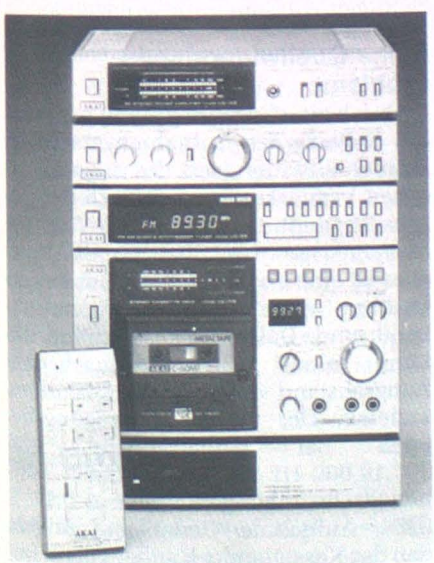
Au.

Infrarot-Fernsteuerung für Minianlage

Für die seit Frühjahr 1980 am Markt befindliche Mini-Anlage UC-5 gibt es jetzt auch einen Fernsteuerbaustein mit der Bezeichnung RC-5 als Nachrüstsatz. Wird die Hifi-Anlage um dieses Zubehörteil erweitert, können bis zu 23 Befehle drahtlos übermittelt und ausgeführt werden. So kann man mit ihr nicht nur den Tuner auf verschiedene Sender umschalten, sondern auch die Lautstärke verändern oder den Recorder in Aufnahmeposition bringen.

Die Fernsteuerung RC-5 besteht aus dem Infrarot-Empfangsteil RC-5 und dem Geber RC-5T. Das Empfangsteil hat die Abmessungen der Mini-Bausteine, ist also stapelfähig und paßt sich im Design den übrigen Bausteinen exakt an. Vom Empfangsteil gehen Steuerleitungen an Tuner, Vorverstärker und Kassettendeck.

Die Tasten des Gebers sind nach Funktionen geordnet. Das erste Tastenfeld dient der Signalquellenumschaltung (Tonband, Tuner, Plattenspieler). Das zweite Feld enthält die Wippe zur Lautstärkeregelung. Vom dritten Feld aus wird der Tuner ferngesteuert (Sendersuchlauf, Bereichsumschaltung, Stationstasten). Das vierte Feld mit seinen sechs Tasten steuert das Kassettendeck in Aufnahme- und Wiedergabepositionen. Das untere Feld ist der Tonarmsteuerung eines fernsteuerbaren Plattenspielers vorbehalten; der AP-Q80C erfüllt diese Anforderungen.



Für die Minianlage UC-5 von Akai ist jetzt die passende Infrarot-Fernbedienung RC-5 als Nachrüstsatz lieferbar (Werkfoto)

Brutal linear

Der dynamische HiFi-Stereo-Kopfhörer DT 48 von Beyer Dynamik (*Bild*) zeichnet sich durch einen linearen Frequenzhörgang zwischen 16 Hz und 20 kHz aus. Beim direkten Hörvergleich mit anderen gebräuchlichen HiFi-Kopfhörern fällt sofort auf, daß beim OT 48 Bässen zu fehlen scheinen. Zwar kann man diesem scheinbaren Mangel schnell abhelfen, indem man den Baßeinsteller am Verstärker ein wenig korrigiert, dennoch ist man zunächst verblüfft. Die Erklärung ist einfach: Dieser Kopfhörer ist nicht an die bei verschiedenen Frequenzen unterschiedliche Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs angepaßt. Kein Wunder, daß er daher in der Medizin in den letzten zwanzig Jahren als eine Art meßtechnischer Standardhörer

Der „Urvater" des Kopfhörers DT 48 (Dynamisches Meßtelefon) entstand Mitte der dreißiger Jahre. Hier nun die neueste Ausführung. Interessant ist, daß eine Aluminium-Membrane verwendet wird (Foto: Ta.)

sein Haupteinsatzgebiet hatte. Aber auch in der Studiotechnik hat er sich einen festen Platz erobert, eben wegen dieser Linearität. Nach kurzer Gewöhnung kann man sich an der Gradlinigkeit direkt erfreuen. Allerdings stört auf diese Dauer das recht hohe Gewicht von ca. 4 N (400g), obwohl der Hersteller im Prospekt die „komfortablen Trageigenschaften" lobt. Der Kopfhörer ist mit neun verschiedenen Steckersystemen lieferbar: es stehen diverse Ausführungen für unterschiedliche Quellwiderstände zur Verfügung.

Ta.

Schaltbarer Abstrahlwinkel

Für Bühnenanlagen, Diskotheken und Beschallungsanlagen aller Art bietet Shure aus seinem Pro Master-Programm ein neuentwickeltes Horn an. Es besitzt die praktische Eigenschaft, nämlich durch einfache Schalterdrehung den Abstrahlwinkel von 60° auf 120° erweitern zu können. Die Bezeichnung lautet 708 Horn und der Frequenzgang ist mit 2...15 kHz angegeben. Seine Belastbarkeit beträgt 150 W an 8 Ω. Eine Schutzschaltung verhindert die Zerstörung der Schwingspule bei Überlastung. Bei einer Leistung von 1 W ist in einem Abstand von 1 m ein Schalldruck von 102 dB angegeben. Das Horn wird komplett mit robustem Holzgehäuse und passiver Frequenzweiche geliefert.

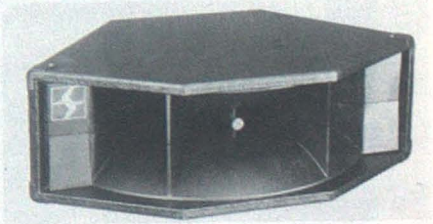


Bild. Mit einer einfachen Schalterdrehung läßt sich das Horn Modell 708 von Shure von 60 °- auf 120 °-Abstrahlwinkel umschalten (Werkfoto)

Hansjörg Zumkeller

Autoreverse-Kassettendeck

Manchem neu entwickelten Kassettendeck ist es anzumerken, daß die Entwickler der Versuchung erlegen sind, die vielfältigen Möglichkeiten hochintegrierter Elektronik voll zu nutzen, unabhängig davon, ob das Gerät von einem Normalsterblichen noch problemlos bedient werden kann. Das Kassettendeck C 828 von Dual ist dagegen so konzipiert, daß es trotz umfangreicher Bedienungsmöglichkeit noch relativ einfach und übersichtlich bedient werden kann.

DLL ist die Kurzform von Direct Load and Lock, was heißt, daß die Kassette direkt in den Kassettenrecorder C 828 (*Bild*) eingelegt werden kann, ohne zuvor einen Kassettenschacht auszuschwenken oder ein Kassettenfenster zu öffnen. Beim Entnehmen der Kassette braucht bei dieser Technik auch nicht zuerst die Stop-Taste gedrückt zu werden: Infrarot-Lichtschranken, links und rechts von dem Kassettenschacht des C 828 angebracht, steuern eine Servomechanik, die im Falle der Wiedergabe die komplette Kopfeinheit aus der Compactcassette transportiert und letztere damit zur direkten Entnahme freigibt. Ein vom Netzschalter ausgelöster Kopfschutz schiebt sich, ähnlich einem Visier, automatisch über die Kopfeinheit und den Bandantrieb und schützt sie sicher vor Staub und unbeabsichtigter Berührung.

Beim Kassettenwechsel bei Wiedergabe bleiben alle Funktionen einschließlich der Bandrichtung gespeichert und werden mit der neu eingelegten Kassette automatisch fortgesetzt. Gegenüber anderen Lösungen hat dieses Prinzip jedoch noch einen wichtigen Qualitätsvorteil: Die Kassette sitzt definiert auf drei Punkten, Wackelbewegungen sind kaum möglich, das Band wird sicher geführt, und die Köpfe erhalten eine exakt definierte Eintauchtiefe. Dadurch ist guter Band/Kopf-Kontakt gewährleistet.

Autoreverse-Funktion für Aufnahme und Wiedergabe

Wer sich beim Auto-Kassettenrecorder an die Autoreverse-Funktion gewöhnt hat, möchte diese Bequemlichkeit auch zu Hause nicht missen. Wahlweise schaltet das Gerät bei Aufnahme und Wiedergabe am Ende des ersten Durchlaufes automatisch auf die andere Bandrichtung um. Bei Wiedergabe kann das Gerät auf Dauerspiel eingestellt werden.

Getrennter Antrieb für Band und Wickeldorne

Ein frequenzgeregelter Gleichstrommotor treibt beide Capstanwellen gemeinsam, jedoch mit unterschiedlicher Drehrichtung an; Schwungmassen stabilisieren die Bandlaufgeschwindigkeit. Der Bandrichtungswechsel erfolgt über zwei Andrucksrollen.

Ein zweiter Motor treibt die Wickeldorne an, wodurch sich Störungen und Ungleichmäßigkeiten des Bandwickels der Kassetten kaum auf die Laufgenauigkeit der Capstanwellen auswirken können. Drei Hubmagnete besorgen zusammen mit den Motoren die verschiedenen Laufwerkfunktionen. Die Steuerbefehle werden mit leichtgängigen Kurzhubtasten in beliebiger Reihenfolge eingegeben und von einem Mikrocomputer überwacht. Fehlfunktionen sind ausgeschlossen.

Als zusätzlicher Schutz gegen Funktionsstörungen setzt beim Start immer zuerst der Bandtransport ein und dann fährt erst die Kopfeinheit in die Kassette. Eine Elektronik überwacht bei allen Funktionen den Bandtransport und schaltet den Antrieb schon bei geringsten Störungen ab.

Für vier Bandsorten vorbereitet

Die vier Bandsorten Fe, CrO_2, FeCr und Reineisen werden mit Tasten umgeschaltet, wobei gleichzeitig die Vormagnetisierung, die Entzerrung, der Löschstrom und die Anzeige für die Aussteuerungsgrenze des Bandes umgeschaltet werden. Diese Art der Bandsortenwahl hilft dem Benutzer, sich im Wirrwar der vielen Bandsorten zurechtzufinden. Für die beiden Tonkanäle wird je eine 12stufige LED-Kette verwendet. Sie zeigen den Spitzenwert des Aufnahmesignals an, das zuvor noch eine spezielle Entzerrung erfährt, um auch bei höhenreicher Musik die passende Bandansteuerung vornehmen zu können. Um die höheren Aussteuerungsbereiche der FeCr- und Reineisenbänder besser auszunützen, zeigen Leuchtdioden automatisch die richtigen Aussteuerungsgrenzen an.

Keine Quellwiderstands-Probleme

Durch eine Gegenkopplung paßt sich der Eingang des Aufnahmeverstärkers dem Quellwiderstand des angeschlossenen Verstärkers an, wodurch der Geräuschspannungsabstand des Aufnahmeverstärkers bei über 80 dB liegt. Dies ist eine Voraussetzung, um in Verbindung mit einem guten Reineisenband und Dolby-B-Rauschunterdrükkung einen Gesamtgeräuschspannungsabstand von annähernd 70 dB zu erzielen. Der breite Übertragungsbereich bei Reineisenband von 30...19 000 Hz und die geringen Tonhöhenschwankungen mit ± 0,11 % (DIN, Aufnahme/Wiedergabe) zeigen, daß das Kassettendeck außer gutem Bedienungskomfort auch technische Daten aufweist, die der Spitzenklasse zugeordnet werden können.

Beim Kassettenrecorder C 828 von Dual ist an beiden Seiten des Kassettenschachts eine Infrarot-Lichtschranke eingebaut. Greift man nach der Kassette, dann steuert das Schaltsignal eine Servomechanik, die die Kopfeinheit aus der Kassette transportiert

Wolfgang Oppermann

Nf-Leistung nach Wunsch

HiFi im Auto

Das Publikums-Interesse für Auto-HiFi-Anlagen der obersten Preisklasse nimmt stark zu, und immer mehr Techniker in Handel und Service sind mit der teilweise neuen Technik dieser Geräte beschäftigt. Am Beispiel eines vielseitigen Anlagenkonzeptes der Fisher-CarFidelity-Geräte-Serie werden die Technik und die Besonderheiten der High-Fidelity im Auto erläutert.

Die Anbieter von HiFi-Stereo-Anlagen im Auto mußten sich in den letzten drei Jahren umstellen. Von der ursprünglichen Idee, aus separaten Komponenten bestehende Geräte-„Türme" im Auto unterbringen zu wollen, ist man auf die wirklichen Platzverhältnisse im Auto zugeschnittenen Anlagen übergegangen. Der Autoradio-Fachhandel und die Spezial-Einbaubetriebe konnten den Einbau von umfangreichen Baustein-Anlagen trotz großer Anstrengungen oft nicht wirtschaftlich und sachgerecht ausführen, weil zumindest in Europa die Mittelklasseautos einer breiteren Käuferschicht einfach nicht dafür geeignet sind. Ein DIN-gemäßer Einbau-Schacht im Armaturenbrett und oft winzige Löcher für Standard-Lautsprecher sind das einzige, was die Auto-Hersteller an Zugeständnissen an die Unterhaltungselektronik im Auto machen.

Die einzelnen Baugruppen oder Komponenten einer üblichen Heim-Anlage findet man (mit Ausnahme des Plattenspielers) auch in einer modernen Auto-HiFi-Anlage wieder: Tuner für UKW, MW und LW, Kassetten-Gerät, Vorverstärker, Leistungsendstufen und Lautsprecher. Natürlich ist die technische Ausstattung einzelner Teile der Anlage den Erfordernissen entsprechend modifiziert (z. B. Verkehrsfunk-Automatik).

Das Einbaukonzept

Die Auto-HiFi-Geräte von Fisher sind für den Einbau in fast alle bekannten Fahrzeugtypen geeignet, weil sie auf die Norm-Einbaubedingungen (DIN 75 500) zugeschnitten sind. Natürlich ist es nicht möglich, alle Komponenten einer Anlage in dem bekannten Autoradio-Standardgehäuse unterzubringen. Fisher hat sich für getrennte Leistungsendstufen entschieden.

Im Grundgerät AX 5700 (*Bild 1*) sind Tuner, Kassetten-Spieler mit Auto-Reverse-Schaltung und Vorverstärker zusammengefaßt, und da die Endstufen keine Bedienungselemente enthalten, finden sie fast überall Platz: unter dem Rücksitz, unter oder im Handschuhfach oder auch im Kofferraum.

Vier Schaltungsbesonderheiten

Ständig wechselnde Reflexionen des Nutzsignales verursachen während des Fahrens eine Beeinträchtigung des Radioempfangs. Vier verschiedene Schaltungsbesonderheiten im Zf-Verstärker bzw. Decoder des Tuners sollen diese Störungen vermindern:

- SNC (Stereo Noise Control); ein spezielles System, welches das Stereo-Rauschen von schwachen Stationen unterdrückt. Soweit für rauschfreien Empfang erforderlich, wird die Stereo-Basis gleitend eingeengt (notfalls bis zur reinen Mono-Wiedergabe), um sofort wieder auf volle Kanaltrennung überzugehen, wenn die Empfangsfeldstärke es erlaubt.
- ATQC (Automatic Tone Quality Control); unter schwierigen Empfangsbedingungen schaltet sich automatisch ein Tonfilter ein, welches den übertragenen Frequenzbereich so beeinflußt, daß störendes Empfangsrauschen so weit wie möglich unterdrückt wird. Sobald der eingestellte Sender wieder besser „ankommt", schaltet die ATQC auf lineare Wiedergabe.
- SMC (Soft Muting Circuit); schnell wechselnde Empfangsfeldstärken führen gelegentlich auch zu völligen Unterbrechungen der Wiedergabe, denn in Tunnels oder Unterführungen ist manchmal kein Empfang mehr möglich. Die Rauschsperre schaltet in diesem Falle den Empfänger „stumm", die Übergänge dabei sind weich.
- UKW-Störaustastung; Amplitudenstörungen steuern eine Austastschaltung, die das gestörte Nf-Signal vor der Weiterleitung an die Nf-Verstärker verzögerungsfrei für die Dauer des störenden Impulses unterbricht und somit zwar einen „drop-out" in der Wiedergabe hinterläßt, der aber weit weniger stört, als ein steilflankiger Knackser.

Ein anderer wesentlicher Beitrag zu stabilem UKW-Empfang im Auto ist die Einführung des Synthesizer-Tuners. Der Übergang auf die PLL-Synthesizer-Oszillatoren mit digitaler Frequenzanzeige hat neben quarzgenauer Frequenzstabilität auch noch den Vorzug genau wiederkehrender Stationstasten für alle drei Wellenbereiche. Das Abstimmraster beträgt 25 kHz im UKW-Bereich und 9 kHz bei MW und LW. Das LED-Display zeigt wahlweise die eingestellte Sendefrequenz oder die ebenfalls aus der Quarzreferenz hergeleitete Uhrzeit an.

Im Modell AX-5700 (*Bild 1*), dem bestausgestatteten Gerät der Fisher-CarFidelity-Serie, startet der elektronische Verkehrsfunk-Sendersuchlauf auf Wunsch automatisch, sobald beim Ver-

Bild 1. Das Grundgerät AX-5700 von Fisher im DIN-Format mit eingebautem Tuner, Kassetten-Abspielgerät (mit Auto-Reverse) und Vorverstärker

lassen des Sendergebietes für einwandfreie Verkehrsfunk-Übertragung die Feldstärke nicht mehr ausreicht.

Balance für links/rechts und vorne/hinten

Eine bewährte und weit verbreitete Lösung der Höhen- und Tiefeneinstellung ist ein zweiseitig wirksamer Einsteller mit gerasteter „Linear"-Stellung in der Mitte. Er gestattet die Höhen-Absenkung bis zu 15 dB bei 15 kHz und die Tiefenabsenkung bis zu 10 dB bei 150 Hz. Das Bedürfnis nach Höhen- und Tiefenanhebung bei kleiner Lautstärke erfüllt zusätzlich eine „Loudness"-Korrektur.

Die normale Balance-Einstellung für links/rechts-Beeinflussung wird noch durch eine vorn/hinten-Balance-Einstellung ergänzt. Dieser auch als „Fader" bezeichnete Knopf ist nicht, wie üblich, als niederohmiges Stereo-Drahtpotentiometer zwischen Endstufe und Lautsprecher angeordnet, sondern bereits am Ausgang des Vorverstärkers wirksam.

Um eine gute Schallverteilung im Fahrzeug zu erreichen, sollten vier Lautsprecher installiert werden. Die meist kleineren Frontlautsprecher werden dann mit einer Stereo-Endstufe mit etwa 2 x 6 W betrieben, während den höher belastbaren Hecklautsprechern eine eigene, stärkere Stereo-Endstufe mit z. B. 2 x 25 W zugeordnet wird. Der Vorteil einer Trennung der Endstufen besteht darin, verlustfrei zwischen vorn und hinten „überzublenden". Zudem entfällt die umständliche Verkabelung eines stark verlustbehafteten Draht-Überblendreglers.

Eine besondere Lösung bietet sich für die Verlegung der Nf-Steuerleitungen zu den Endstufen an: Durch die Impedanzwandler-Ausgangsstufen ist der Vorverstärker-Ausgang so niederohmig ($\leq 50\ \Omega$), daß eine Verlegung von unabgeschirmtem vierpoligem Kabel möglich wird.

Leistungsstaffelung

Durch entsprechende Kombination der Leitungsendstufen können in Verbindung mit den installierten Lautsprechern sinnvoll abgestufte Leistungsklassen realisiert werden. Das Fisher-Konzept bietet durch Kombination mit dem Modell B-300 mit 2 x 6 W (Sinus) bzw. B-700 (*Bild 2*) mit 2 x 25 W (Sinus) dafür mehrere Ausbaustufen an.

Aus praktischen Erwägungen ist, wie bereits erwähnt, bei Verwendung von vier Lautsprechern die Kombination von Endstufen mit 2 x 6 W vorne und 2 x 25 W hinten sehr zweckmäßig.

Zur Schaltungstechnik der Endstufen sei hier nur erwähnt, daß das 12-V-Bordnetz im Auto physikalische Grenzen setzt, die nicht überschritten werden können. Unter Berücksichtigung der Spannungsschwankungen und Leitungsverluste im Bordnetz können beim Einsatz transformatorloser Endstufen in Brückenschaltung (BTL) etwa 10 W Sinus pro Kanal bei einem Klirrfaktor von rund 1 % erreicht werden. Die Endstufe B-300 arbeitet nach diesem Prinzip, allerdings mit etwas geringerer Leistung zugunsten eines geringeren Klirr- und Intermodualtionsgrades.

Stromversorgung – nicht problemlos

Erwartet man von HiFi-Anlagen im Auto hohe Fremdspannungsabstände und hohe Ausgangsleistungen, so müssen auch gewisse Voraussetzungen von seiten der Stromversorgung erfüllt sein. Die normalerweise vorhandene elektrische Bordinstallation im Auto ist für die zusätzliche Belastung durch eine leistungsstarke HiFi-Anlage nicht eingerichtet. Anlagen mit 2 x 25 W (Sinus) können ohne weiteres 15...20 A Spitzenstrom aufnehmen, beim Betrieb mehrerer Endstufen steigt der Strombedarf noch weiter an. Weiterhin zeigt die Erfahrung, daß Bordnetze durch Störungen von Zündanlagen (Verteiler), vom Drehstromgenerator und verschiedenen anderen Impulsquellen oftmals stark gestört sind. Eine saubere Siebung hoher Ströme ist aber sehr aufwendig und bringt hohe Verluste mit sich.

So hat es sich aus den genannten Gründen in der Praxis bewährt, nicht irgendwo im Bordnetz die benötigte Betriebsspannung zu entnehmen, sondern eine separate Versorgungsleitung mit ausreichendem Querschnitt von den Batteriepolen aus zu verlegen. Ein geeigneter Leitungs-Querschnitt wäre 6 mm², damit auch am Ende der Leitung z. B. im Kofferraum der Spannungsabfall noch nicht zu hoch ist. Es zeigt sich übrigens, daß wegen des geringeren Innenwiderstandes der Batterie, hier die hochfrequenten Heulgeräusche aus dem Drehstrom-Generator so gut wie gar nicht in Erscheinung treten.

Unbedingt auf fachgerechte Installation achten!

Es ist eine Tatsache, daß der Einbau eines Standard-Autoradios am Fließband des Autoherstellers nur wenige Minuten dauert. Die Installation einer HiFi-Anlage, die mit allem Zubehör über 2000 DM kosten kann, erfordert einen ungleich größeren Aufwand an Zeit. Wichtige Punkte, die es zu beachten gilt, sind unter anderem die bereits erwähnte zusätzliche Stromversorgungsleitung, die ordnungsgemäße mechanische Befestigung aller Komponenten einschließlich der Lautsprecher, die unsichtbare, saubere Verlegung von Leitungen im Innenraum des Fahrzeuges und eine genaue Beachtung der Hersteller-Vorschriften für den gemeinsamen Massepunkt aller Komponenten. Im Auto gibt es zwar nicht die berühmten Brummschleifen bei mehrfacher Erdung, die Störungen des Bordnetzes aber wirken sich bei falscher Wahl des oder der Massepunkte mindestens genauso unangenehm aus.

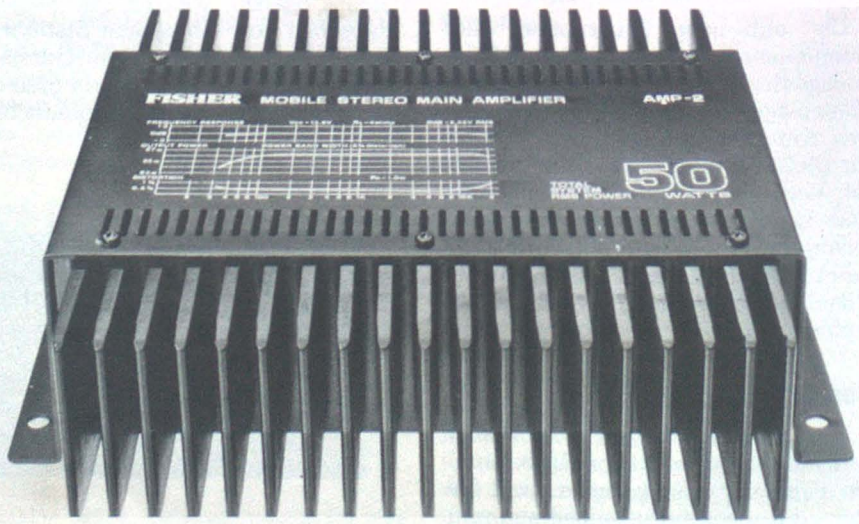


Bild 2. Aus praktischen Erwägungen empfiehlt Fisher bei der Verwendung von vi Lautsprechern im Fahrzeug eine Kombination aus zwei Stereo-Endstufen

Gebrauchstest: FT-480R

Klein – aber oho

Wer noch immer der Meinung ist, Mobilgeräte für alle Betriebsarten und mit einem Kanalraster von 1 kHz müßten groß und unhandlich sein, wird mit dem FT-480R von Yaesu eines Besseren belehrt.

Bei diesem Gerät werden wieder einige Leute die Hände über dem Kopf zusammenschlagen; die einen: endlich ein Mobilgerät, das bezüglich technischer Möglichkeiten und Platzbedarf keinen Kompromiß eingeht (sämtliche Betriebsarten, alle Kanäle auf kleinstem Raum). Die anderen: ein Mobilgerät mit 19 (neunzehn!) Bedienungselementen (davon 16 auf der Frontseite) – wer soll das bedienen? Kein Zeigerinstrument, dafür 14 LEDs. Statt einer Unzahl von Quarzen ein 4-Bit-Mikroprozessor...

Das Gerät paßt im Auto, wenn das Fach tief genug ist, in den Ausschnitt für das Autoradio. Durch die Mikroprozessorsteuerung wird eine bei Mobilgeräten bisher nicht gekannte Flexibilität erreicht. Vier Speicher können mit beliebigen Kanälen frei programmiert werden. Außerdem bietet das Gerät die Möglichkeit, in einen sogenannten „Priority-Channel" (Vorzugskanal) alle 5 s kurz hineinzuhören.

Die jeweilige Betriebsfrequenz wird digital angezeigt (7-mm-Fluoreszenzanzeigen), ebenso im gleichen Anzeigenfeld der jeweilige Speicherplatz (1...4). Die Empfangsfeldstärke sowie die relative Ausgangsleistung werden an einer LED-Zeile abgelesen. Zur (bedienungsvereinfachenden) Ausstattung gehören eine unabhängige Empfängerverstimmung für CW und SSB (±10 kHz von der jeweils eingestellten Betriebs- oder Speicherfrequenz) sowie zwei getrennte Synthese-VFOs.

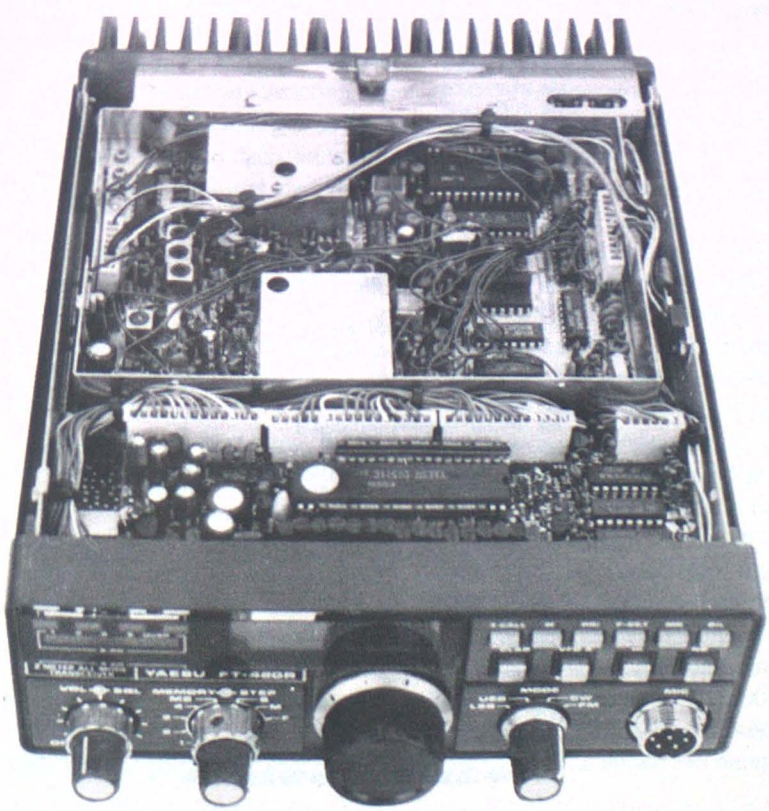
Das mitgelieferte Mikrofon enthält neben dem üblichen PTT-Taster und Tonruftaster auch die Bedienungselemente für die Frequenzweiterschaltung (nach oben und unten im eingestellten Raster) bzw. zum Abfragen der vier Memory-Frequenzen. So reduziert sich der Bedienungsaufwand während eines Mobil-QSOs auf ein Minimum. Beim erstmaligen Einschalten des Gerätes wird die Frequenz 145,000 MHz angezeigt. Mit dem Schalter „Step" kann die Schrittweite zwischen 25 kHz, 12,5 kHz, 1 kHz (FM) bzw. 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz (SSB/CW) eingestellt werden.

An der Unterseite des Gerätes befinden sich noch drei Schiebeschalter: „SAT": Dieser Schalter erlaubt die Veränderung der Betriebsfrequenz während des Sendens (nützlich bei Satelliten-Empfang). „SCAN": In der Betriebsart FM kann mit diesem Schalter die Anhalteweise des Scanners festgelegt werden. Dieser hält dabei entweder auf freien oder besetzten Kanälen an. „RPT": Hier kann die Relaisablage von 600 kHz geschaltet werden (600 kHz nach unten oder oben (invers)).

Zum Lieferumfang gehört eine universell verwendbare Mobilhalterung – wird das Gerät als Feststation verwendet, ermöglicht ein Aufstellbügel eine leichte Schrägstellung. Was dem OM noch zu tun bleibt, ist, ein Netzteil zu bauen, das bei 13,8 V noch 4 A abgeben kann. Der Verfasser, der das Gerät (fast) ausschließlich als Feststation benutzte, wünscht sich noch einen kleinen Akku im Gerät, der die Memory-Funktion bzw. die Speichererhaltungsschaltung auch bei ausgeschaltetem Netzteil in Bereitschaft hält, so daß beim Einschalten nicht wieder x Tasten bzw. Knöpfe betätigt werden müssen. Außerdem sollte ein Gerät mit dieser Ausstattung eine Anschlußmöglichkeit für RTTY-Betrieb haben.

Lobend hervorzuheben ist die ausführliche Abgleichanweisung (für alle Fälle) und das vollständige Schaltbild (3 DIN-A3-Blätter). In gleicher Ausstattung gibt es für das 70-cm-Amateurband den Typ FT-780R.

Hans Neumayr



Technische Daten

Frequenzbereich:	144...146 MHz
Betriebsarten:	SSB, CW, FM
Kanalschritte	
SSB, CW:	10 Hz, 100 Hz, 1 kHz
FM:	1 kHz, 12,5 kHz, 25 kHz
Strombedarf (bei 13,8 V)	
Empfang:	0,5 A
Senden:	3.8 A/1.6 A
Hf-Ausgangsleistung	
SSB (PEP):	15 W
FM, CW:	15/1 W

Fritz-B. Raab

Entfernungsliste für Basic-Rechner

Eine Entfernungstabelle zu besitzen ist für viele Funkamateure, die sich mit VHF-UHF-SHF-Bändern beschäftigen, wünschenswert. Für die Funkamateure und Computerfans, die einen Mikrocomputer besitzen und ein paar QTH-Kenner-Großfelder für den nächsten BBT oder Aktivitätsabend rechnen wollen, hat der Verfasser versucht, ein möglichst für alle Basic-Versionen taugliches Druckprogramm zu schreiben, das obendrein einfach auf jede Art von Drucker zugeschnitten werden kann.

Der Verfasser besitzt einen TRS-80 mit einem Matrix-Drucker OKI ET 5200. Das Programm ist jedoch so ausgelegt, daß es auch für einen Rechner mit nur 4 K RAM und einem alten Fernschreiber als Drucker arbeitet. Die Software für den TTY-Driver ist jedoch nicht im Programm enthalten, da dies sehr hinderlich für den Umbau auf andere Basic-Versionen wäre. Einschlägige Literatur zu diesem Thema ist schon genügend veröffentlicht worden, z. B. in FUNKSCHAU-Sonderheften.

Vom Ablauf her ist das Programm äußerst komfortabel. Der Benutzer braucht nur seinen eigenen QTH-Kenner einzugeben. Im Dialog will der Rechner dann die diagonalen „Eckfelder" wissen, zwischen denen er dann sämtliche Großfelder berechnet. Das bedeutet, daß das südwestlichste und das nordöstlichste Feld eines größeren Abschnittes anzugeben ist. Will man

```
10 REM QTH-KENNER-LISTE DRUCKEN OKTOBER 1980
20 REM DIESE VERSION EIGNET SICH F. ALLE DRUCKER UND TELETYPES
30 REM WER EINEN OKI DRUCKER HAT SOLLTE ALLE  '*** IM PROGRAMM
40 REM ENTFERNEN . DANN WIRD DAS PAPIER OPTIMAL GENUETZT !!!
50 CLEAR 200:DIMY(2),B$(10),E(20)
60 CLS:PRINTCHR$(23):PRINT@450,"QTH-KENNER-LISTE"
70 PRINT@796,"DF2RF OKTOBER 1980"
80 GOSUB 1000
90 PRINT"GEBEN SIE DEN QTH-KENNER AN, FUER DEN GERECHNET WERDEN
SOLL!":INPUTQ$:I=1
100 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT"GEBEN SIE DIE ECKFELDER AN, ZWISCHEN
 DENEN GERECHNET WERDEN     SOLL ! (1.SUEDWESTLICHSTES; 2.
NORDOESTLICHSTES)":INPUTA$(1),A$(2)
110 XX=ASC(A$(1)):XY=ASC(A$(2))
120 UU=ASC(RIGHT$(A$(1),1)):UY=ASC(RIGHT$(A$(2),1))
130 B$=CHR$(XX)+CHR$(UU):GOTO170
140 IFUU=UYANDXX=XYTHENEND ELSE IFUU(UYANDXX(=XYTHENUU=UU+1:GOTO150
150 IFUU=UYANDXX(XYTHENUU=ASC(RIGHT$(A$(1),1)):XX=XX+1
160 B$=CHR$(XX)+CHR$(UU):GOTO170
170 LS=(ASC(B$)-65)*2*3600:BS=(ASC(RIGHT$(B$,1))-24)*3600
180 IFASC(B$))85THEN LS=(ASC(B$)-92)*7200
190 PRINT"FUER FELD ";B$;" WURDEN FOLGENDE WERTE ERRECHNET :":PRINT
"LAENGE IN SEKUNDEN :";LS;"   BREITE IN SEKUNDEN :";BS
200 DEFINT K,O,P,T,W,Y:G$="ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ"
210 E$="3555311135531113 53"
220 FORJ=1TO2
230 GOSUB310
240 IFK)21THENK=K-26
250 Y(J)=K:NEXTJ
260 L=(2*Y(1))-2:B=Y(2)+39:X=VAL(MID$(Q$,3,2))-1:D=INT(X/10)
270 L=L+(X-10*D)/5:B=B+(7-D)/8:J=5:GOSUB310
280 IFK=10THENK=9
290 L=L+(VAL(MID$(E$,K,1)))/30:B=B+(VAL(MID$(E$,K+9,1)))/48
300 L1=L*3600:B1=B*3600:GOTO360
310 X$=MID$(Q$,J,1)
320 FORK=1TO36
330 IFX$=MID$(G$,K,1)THENGOTO350
340 NEXTK
350 RETURN
360 PRINT
370 PRINTQ$;" IST DER AUSGANGSPUNKT. IN SEKUNDEN:"
380 PRINT"LAENGE:";L1;"   BREITE:";B1
390 GOSUB 400
400 R=206369:O=1:T=1:W=1:P=0
410 FORI=1TO5:LPRINT " ":NEXTI
420 '*** LPRINTCHR$(27);CHR$(66);CHR$(29)
430 LPRINTTAB(15)"ENTFERNUNGEN VOM QTH-KENNER ";Q$;
" IN DAS GROSSFELD ";B$
440 FORI=1TO2:LPRINT" ":NEXTI
450 LPRINT"      A   B   C   D   E   F   G   H   J";
'***:LPRINT"                A   B   C   D   E   F
G   H   J"
460 '***Y=1:GOTO480
470 '***Y=2
480 IFO=1THEN530
490 IFO(=4THEN570
500 IFO=5THEN530
510 IFO(=8THEN550
520 IFO=9THEN530
530 K=360
540 GOTO580
550 K=120
560 GOTO580
570 K=600
580 G2=(LS+((T-1)*720+K))/R
590 G1=L1/R
600 IFG1(G2THEN630
610 G3=G1-G2
620 GOTO640
630 G3=G2-G1
640 A1=B1/R
650 IFO=3THEN740
660 IFO(=2THEN720
670 IFO(=6THEN760
680 IFO=7THEN740
690 IFO=8THEN720
700 IFO=9THEN740
710 GOTO530
720 K=75
730 GOTO770
740 K=225
750 GOTO770
760 K=375
770 A2=(BS-(P*450+K))/R
780 M=COS(A1)*COS(A2)*COS(G3)+SIN(A1)*SIN(A2)
790 S=ATN(SQR(1-M*2))*6368
800 Q=INT(S+.5)
810 IFY=2THENE(O+10)=Q:GOTO830
820 E(O)=Q
830 IFO=9THEN860
840 O=O+1
850 GOTO480
860 '***IFY=1THENP=P+4:O=1:GOTO470
870 '***IFW=21THENLPRINT" "
880 LPRINTUSING"##*";W;:FORI=1TO8:LPRINTUSING" ####";E(I);:NEXTI:
LPRINTUSING" ####";E(9)'***;:LPRINT"          ";USING"##*";
W+40;:FORI=1TO8:LPRINTUSING" ####";E(I+10);:NEXTI:
LPRINT USING " ####";E(19):IFW=40THEN1030ELSE W=W+1
890 IFW=80THEN990ELSEW=W+1'BEI OKI-DRUCKER DIESE ZEILE KILLEN
900 '***P=P-4:O=1
910 IFT(10THEN960
920 T=1
930 P=P+1
940 O=1
950 GOTO460
960 T=T+1
970 O=1
980 GOTO940
990 FORI=1TO5:LPRINT" ":NEXTI:LPRINTTAB(10) STRING$(45,"="):GOTO140
1000 FORA=1TO2000:NEXTA:CLS:PRINTCHR$(28):RETURN
```

Dieses Basic-Programm druckt eine Entfernungsliste für die bei Funkamateuren für die Standortangabe üblichen QTH-Kenner. Es wurde auf einem TRS-80 entwickelt, eignet sich nach Syntax-Anpassungen aber auch für andere Computer

nur ein Feld berechnen, so gibt man eben zweimal das gleiche an.

Über den Nullmeridian zu rechnen, d. h. Felder wie ZI, YH o. ä. zu berechnen, ist auch kein Hindernis, man muß jedoch bei einem größeren Lauf am Meridian aufhören und dann neu starten, da die Routine, welche die Großfelder zählt, dafür nicht vorgesehen ist.

Außerdem: Dies ist ein Basic-Programm! Ein Großfeld benötigt rund acht Minuten Rechenzeit. Immerhin werden in 12 Sekunden 18 Entfernungen berechnet! Alle Großfelder im Umkreis von 1000 Kilometer zu drucken dauert also ca. 26 Stunden (mit einem Fernschreiber entsprechend länger). Diese Arbeit wird man also ohnehin nicht in einem Stück machen. Wer zufällig einen TRS-80 mit Disk besitzt, kann gegen Einsendung einer Leerdiskette und Rückporto an den Verfasser eine compilierte Version des Programms erhalten (⅓ Rechenzeit).

Die Zeilen nach '*** sind für eine kompakte und schöne Druckformatierung, besonders für den OKI-Drucker gedacht. Für andere Drucker, die nicht die enge Schrift haben, sind je nach Druckersoftware leichte Änderungen nötig. Der Nachteil des relativ langsamen Druckes wird aufgewogen durch die gute Rechengenauigkeit. Die Rechenroutine selbst arbeitet mit Gradsekunden, also Integer-Zahlen, die keine Rundungen benötigen. Nur der Endwert wird dann sinnvollerweise auf ganze Kilometer gerundet. Die absolute Genauigkeit hängt zwar vom Computer ab, von der Anzahl der berücksichtigten Nachkommastellen, ist aber für die ohnehin ungenaue Angabe eines QTH-Kenners völlig ausreichend. In manchen Versionen des TRS-80 treten in der 7. Stelle hinter dem Komma (!) Rechenungenauigkeiten auf, die manchmal in Zeile 790 zum Error führen. Abhilfe: Einfügen einer Zeile 785 : IF 1-M ↑ 2<E-7 THEN M=1.

TI-59 berechnet Entfernungen aus QTH-Kennern

Im FUNKSCHAU-Sonderheft „Mikrocomputer-Anwendungen" beschreibt Laszlo Futo (HG4YR), wie man den programierbaren Taschenrechner TI-59 dazu verwenden kann, um mit den bei Funkamateuren üblichen QTH-Kennern als Ortsangaben Entferungen auszurechnen.

Das Kernproblem besteht darin, den QTH-Kenner-Code in die entsprechenden Längen- und Breitenangaben umzurechnen. Ausgegangen wird von den Großfeldern, die durch ganzzahlige Längen- und Breitengrade begrenzt werden. Vom linken unteren Eckpunkt des Großfeldes aus werden dann je nach Einzelfeld Gradanteile nach folgenden Formeln hinzuaddiert (Z1 = erste, Z2 = zweite Zahl des Einzelfeldes):

(Z2 – 1) x 0,2 = SUM 05 (Längengrad)
(7 – Z1) x 0,125 = SUM 06 (Breitengrad)

Diese Formeln liefern aber falsche Angaben, sobald Z2 Null ist. Die gesamte letzte Längsspalte des Großfeldes wird damit falsch berechnet.

Deshalb muß, falls Z2 Null ist, ein neues Label eingeschoben werden (nach Programmschritt 151: CP/RCL 08/EQ/PRT). Dieses Label vermindert dann Z1 um 1 und erhöht Z2 um 10. Da der Autor Laszlo Futo die Rechnerkapazität bereits voll ausgenützt hatte, muß im Programm eine Änderung der Speicherbereichs-Verteilung nach FUNKSCHAU 10/1980 erfolgen.

Thomas Denzler, Erwin Rathgeb

Acht Seiten machen sich selbständig

Wenn Sie, verehrter FUNKSCHAU-Leser, in zwei Wochen das nächste Heft aufschlagen, so werden Sie sich vermutlich wundern, daß plötzlich eine ganze Rubrik „fehlt": Der Mikrocomputer-Teil, in diesem Heft noch wie gewohnt zwischen den Rubriken „Elektroakustik mit HiFi" und „Praxis und Hobby" gelagert, macht sich nämlich selbständig und verschwindet damit aus der FUNKSCHAU.

Dies bringt zwei Vorteile für Sie mit sich. Erstens: Diejenigen unter Ihnen, die sich primär der Analog- oder der „konventionellen" Digitaltechnik verschrieben haben, brauchen nun nicht mehr acht Seiten „Ballast" in Kauf zu nehmen. Zweitens: Jene Leser, die sich primär für die Mikrocomputer-Technik interessieren, bekommen nun eine speziell für sie gemachte Publikation, die zunächst in zweimonatlichem Abstand erscheint.

Diese neue Publikation des Franzis-Verlages heißt – wie könnte es anders sein? – mc und erscheint erstmals am 27. April, also in rund einer Woche, im gewohnten Stil der FUNKSCHAU-Mikrocomputer-Rubrik: Grundlagenbeiträge, Hardware-Tips, Tests, Anwenderprogramme, Betriebssystem-Software, aktuelle Information und Produktneuheiten unterstützen den Mikrocomputer-Anwender beim Kauf, bei der Systemerweiterung und bei der Programmierung. Natürlich sind auch ein paar besondere Leckerbissen dabei – so etwa Programme, die im Strichcode abgedruckt sind, oder ein Beitrag über das Innenleben des Computers TRS-80 (mit 500 ROM- und RAM-Adressen!). In Heft 2 von mc finden Sie dann eine Bauanleitung für einen kleinen 3-Chip-Mikrocomputer mit der CPU 6504, der für beliebige Steuerungsaufgaben eingesetzt werden kann und nur rund 100 DM kostet.

Obwohl natürlich die FUNKSCHAU auch in Zukunft Neuheiten auf dem Mikrocomputer-Sektor nicht gerade verschweigen wird, können wir uns vorstellen, daß viele von Ihnen nun enttäuscht sind, weil sie die FUNKSCHAU vor allem wegen der Mikrocomputer-Rubrik abonniert haben. Damit das keine „Härtefälle" werden, erhalten alle Leser, die die FUNKSCHAU bis Ende 1981 schon bestellt haben, das mc-Abo 1981 für nur 16 DM. Ist das ein Angebot?

Ihr
Herwig Feichtinger

PET tilgt Raten

Das Programm in *Bild 1* errechnet für ein bestimmtes Kapital bei gleichbleibender Tilgung die jährlichen Zinsen, die jährliche Belastung (Tilgung + Zinsen) und die monatliche Belastung. Vom Kapital wird jährlich die gleichbleibende Tilgung abgezogen und davon die Zinsen berechnet (*Bild 2*).

```
100 CR$=CHR$(13):SK$=CHR$(29)
110 BR$=CHR$(1)
120 PRINT"J":PRINT:PRINT:PRINT
130 PRINTTAB(10)"RATENTILGUNG"
140 PRINT:PRINT
150 INPUT"KAPITAL.....:";K
160 INPUT"JAHRE.....:";J
170 INPUT"ZINSSATZ.....%:";Z
180 OPEN7,4
190 PRINT#7,CR$;BR$;
200 PRINT#7,"RATENTILGUNG";
210 PRINT#7,SK$;CR$;
220 PRINT#7,"KAPITAL....:";K
230 PRINT#7,"JAHRE.....:";J
240 PRINT#7,"ZINSSATZ..%:";Z
250 CLOSE7
260 TR=K/J
270 PRINT"J.";TAB(4)"J.BEL.";
280 PRINTTAB(14)"ZI 1/1";
290 PRINTTAB(22)"TILG";
300 PRINTTAB(30)"MON.BEL."
310 OPEN5,4,0
320 PRINT#5,"J.    ";
330 PRINT#5," J.BELASTUNG ";
340 PRINT#5," ZINS JAEHRL.";
350 PRINT#5,"   TILGUNG   ";
360 PRINT#5," MON.BELAST. "
370 CLOSE5
380 OPEN6,4,2
390 OPEN5,4,1
400 PRINT#6,"ZZ  ";
410 PRINT#6," 99999999.99 ";
420 PRINT#6," 99999999.99 ";
430 PRINT#6," 99999999.99 ";
440 PRINT#6," 99999999.99 "
450 FORI=1TOJ
460 REM JAEHRL. RESTSCHULD
470 TT=(K-TR*(I-1))
480 REM JAEHRLICHER ZINS
490 ZT=TT*Z/100:C=TR+ZT
500 U=INT(1E+2*C+.5)*1E-2
510 V=INT(1E+2*ZT+.5)*1E-2
520 W=INT(1E+2*TR+.5)*1E-2
530 X=INT(1E+2*(C/12))*1E-2
540 PRINTI;TAB(3)U;TAB(14)V;
550 PRINTTAB(22)W;TAB(30)X
560 PRINT#5,I;U;V;W;X
570 REM ENDSUMME ZINS
580 R=R+ZT
590 REM GESAMTAUFWAND
600 GA=R+K:J=J-1:NEXTI:PRINT
610 CLOSE6:CLOSE5
620 PRINT"ZINS          :"R
630 PRINT"GESAMTAUFWAND:"GA
640 OPEN9,4
650 PRINT#9,CR$;
660 PRINT#9,"GESAMTBELASTUNG:"GA
670 PRINT#9,"ZINSBELASTUNG  :"R
680 CLOSE9
```

Bild 1. Programm für die Mikrocomputer PET und CBM. Zu beachten ist, daß die formatierten Druckbefehle (z. B. Zeile 410) nur mit dem „intelligenten" Commodore-Drucker funktionieren

Ohne Drucker können folgende Zeilen weggelassen werden: 100, 110, 180...250, 310...440, 560, 610, 640 bis 680. Das Steuerzeichen „invertiertes Herz" in Zeile 120 bedeutet Clr = Bildschirm löschen. Dr. Fritz Galland

```
RATENTILGUNG
KAPITAL....: 1000
JAHRE.....: 10
ZINSSATZ..%: 10
J.      J.BELASTUNG   ZINS JAEHRL.    TILGUNG     MON.BELAST.
01          200.00         100.00       100.00          16.66
02          190.00          90.00       100.00          15.83
03          180.00          80.00       100.00          15.00
04          170.00          70.00       100.00          14.16
05          160.00          60.00       100.00          13.33
06          150.00          50.00       100.00          12.50
07          140.00          40.00       100.00          11.66
08          130.00          30.00       100.00          10.83
09          120.00          20.00       100.00          10.00
10          110.00          10.00       100.00           9.16

GESAMTBELASTUNG: 1550
ZINSBELASTUNG  : 550
```

Bild 2. Ausdruckbeispiel für die Ratentilgung. Wie man sieht, rundet der Drucker auf zwei Stellen nach dem Komma

Eine PROM-Weiche für den AIM-65

Der Sockel Z24 (Adr: D000...DFFF) wird beim AIM-65 normalerweise für den Assembler benutzt. Diejenigen Leser, die ausschließlich in Basic programmieren, können an dieser Stelle die Basic-Erweiterung von GWK einsetzen. Der Autor benutzt jedoch sowohl Basic als auch Assembler. Anfangs glaubt man, durch einfaches Austauschen der ROMs ließe sich gut arbeiten. Ganz abgesehen vom ständigen Öffnen und Schließen des Gehäuses werden aber die Beinchen der ICs müde und drohen abzubrechen.

Man müßte beide ROMs gleichzeitig und am gleichen Platz einsetzen können. Dieser Gedanke führte zu folgender Lösung: Auf einer kleinen Platine von 70 mm x 35 mm (*Bild 1*) befinden sich drei Sockel mit paralleler Verdrahtung. Während am Sockel 1 und 3 die Beinchen der Sockel verkürzt werden, wird an die Beinchen des mittleren Sockels eine DIL-Steckerplatte angelötet, jedoch mit Ausnahme des Pin 20, der am Sockel verkürzt und an der Steckerplatte nach außen weggebogen wird. Von der DIL-Steckerplatte wird von Pin 20 eine Chip-Select-Leitung und von Pin 24 eine +5-V-Leitung an einen Schalter gelegt. Von hier aus laufen drei Leitungen wieder an die Platine zurück und werden an die mit „1, 2, 3" gekennzeichneten Stellen angelötet. Bei Benutzung der Platine mit drei PROMs wird ein 3 x 3-Schalter benötigt, der nach der Wahrheitstabelle in *Bild 2* zu verdrahten ist. Beim Autor sind jedoch z. Z. nur zwei Sockel belegt, wodurch sich die Schaltung vereinfacht und ein doppelpoliger Miniaturumschalter ausreicht. Seine Verdrahtung geht aus *Bild 3* hervor.

Reiner Kluth

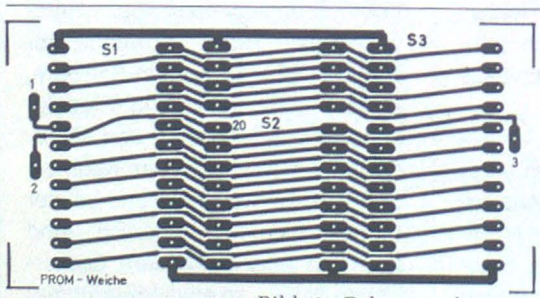


Bild 1. Platine für maximal drei PROMs. Damit ist es möglich, beim AIM-65 wahlweise den Assembler, die GWK-Basic-Erweiterung oder ein selbstbeschriebenes PROM im Adressenbereich D000...DFFF zu betreiben

	Schalter a	b	c
Sockel 1	$\overline{cs}$	1	1
Sockel 2	1	$\overline{cs}$	1
Sockel 3	1	1	$\overline{cs}$

Bild 2. Belegung der drei Umschaltkontakte eines 3 × 3-Drehschalters. Verwendet man nur zwei PROMs, so genügt natürlich ein doppelpoliger Umschalter

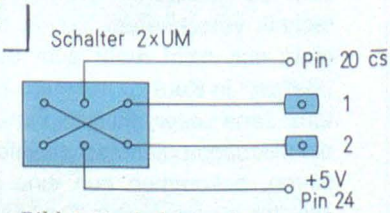


Bild 3. Verdrahtung des doppelpoligen Umschalters für zwei PROMs

Ing. grad. Paul Hlubek

Bausparen mit Basic

Das im folgenden beschriebene und in Bild 1 aufgelistete Basic-Programm in der PET-Microsoft-Syntax gibt einen Kontoauszug wahlweise auf dem Bildschirm oder auf dem CBM-Drucker aus. Dabei wird mit vier Bewertungs-Stichtagen pro Jahr gerechnet (leider trifft dies nicht für alle Bausparkassen zu).

Der „Witz" des Programms ist, daß auch rückwärts gerechnet werden kann: Man kann fiktive Einzahlungen eingeben und sie dann Schritt für Schritt wieder rückgängig machen. Diese Technik erlaubt das für den Vertrag sehr wichtige „Timing". Ein zu früh oder zu spät zugeteilter Bausparvertrag kostet nämlich Geld, das man sich hätte sparen können.

Da – im Gegensatz zur Realität – nach jeder einzelnen Zahlung ein aktueller Kontoauszug (*Bild 2*) erstellt wird, erhält man die nötige Transparenz, um seine Bauspardaten in gewünschter Weise zu steuern.

Eines kann das Programm natürlich nicht: Es weiß nicht, welche Bewertungszahl gerade zur Zuteilung genügt. Diese Information läßt sich aber jederzeit leicht beim zuständigen Gebietsvertreter einholen. Da diese Zahl in absehbarer Zeit keinen großen Schwankungen unterliegt, lassen sich durchaus realistische Prognosen treffen.

Wer etwas Basic-Erfahrung hat, kann sich das Programm leicht für seinen eigenen Bedarf zurechtschneiden. Ein alter Kontoauszug liefert dabei die Kontrolle; Differenzen von einigen wenigen Pfennigen können dabei durchaus auftreten. Die Bewertungszahl errechnet sich wie folgt: alte Bewertungszahl plus Verhältnis von Kontostand am Bewertungsstichtag zur Bausparsumme. Die Verzinsung ist vierteljährlich bzw. monatlich bei Einzahlungen über 1000 DM.

Das Herz des Programms befindet sich in Zeile 2300. Hier wird geprüft, ob mit der letzten Einzahlung ein neuer Bewertungsstichtag überschritten wurde. Bei negativem Ergebnis wird die Einzahlung zwischengespeichert, anderenfalls werden Kontostand, Zinsen, Bewertungszahl, Guthaben (in Prozent der Bausparsumme) sowie das neueste Datum errechnet und angezeigt.

Der Bediener hat nun folgende Möglichkeiten der Eingabe: Er kann weitere Einzahlungen tätigen; bei Mißfallen des Vertrages können die letzten Einzahlungen wieder gelöscht werden; die neuesten Daten können in den Programmspeicher gebracht werden.

Letzteres hat den Vorteil, daß der neueste Stand des Kontos auf Band gespeichert werden kann. Parallel zu den tatsächlichen Zahlungen bleibt das Programm also „up to date". Selbstverständlich darf man auch negative Beträge einzahlen, z. B. anfallende Gebühren.

Mehrere Einzahlungen innerhalb eines Monats werden zusammengefaßt. Insgesamt sind acht Einzahlungen pro Jahr zugelassen. Die letzten vier Zahlungen erscheinen auf dem Bildschirm. Dies mag auf den ersten Blick wenig erscheinen, da doch das Jahr zwölf Monate hat. Aus folgender Überlegung ist es jedoch ungeschickt, monatlich zu zahlen: Ein normales Sparkonto bringt wesentlich mehr Zinsen als das Bausparkonto. Wesentlich ist

Tabelle:
Belegung der Variablennamen

VB$	Vertragsbeginn
BS	Bausparsumme
TA$	Guthabenzins
KS$	Alter Kontostand
BZ	Bewertungszahl
KZ(C)	Teilzinsen für vollendete Quartale
K1(O)	Monat } alter Kontostand
K2(O)	Jahr } alter Kontostand
K3(O)	Betrag } alter Kontostand
D$(O)	Monat/Jahr } alter Kontostand
TA	Guthabenzinszahl
FF	Korrekturfaktor für „Integer"
C	Anzahl der Einzahlungen
KM(C)	Einzahlmonat
KJ(C)	Einzahljahr
KB(C)	Einzahlbetrag
SP(O)	Guthaben in % der Bausparsumme
S1	Anfangsadresse von Bauspardaten im Programmspeicher
S2	Endadresse von Bauspardaten im Programmspeicher
HH$	Hilfsvariable für POKE
HL$	dito
HR$	dito
L$	CHR$(157)
W	Laufindex für Einzahlungen
KZ(C)	Zinsen
KB(C)	Endbetrag
L(W)	Lastschrift
K5	Einzahlungsbetrag über 1000 DM
K6	Einzahlungsmonat über 1000 DM
P	Flag für Beträge über 1000 DM
L	Flag für die Anzahl der Monate mit über 1000 DM
TZ	Teilzinsen
KK(C)	Zwischenspeicher für Einzahlungen im nächsten Bewertungsmonat
P$	CHR$(17)
F1$	Formatierungsvorschrift
F2$	Formatierungsvorschrift
S$	Skip
V$	„I"
EE$	„Einzahlung" + „W"

KONTOAUSZUG

SPARSUMME (% BS-S.)	BEGINN	BEW.-ZAHL	BS-SUMME
.00	12/79	.0000	100000.00

BUCHUNG	WERT	LASTSCHR.	GUTSCHR.
KONTOSTAND	12/79	.00	.00
ZINSEN	12/79	.00	.00
KONTOSTAND	12/79	.00	.00

Bild 2. Formschön und übersichtlich erstellt das Programm aktuelle Kontoauszüge

```
0 GOTO100
1 VB$="12/79"
2 BS=100000
3 TA$="2.5%"
4 KS$="12/79/000000000"
5 BZ=0000000
6 KZ(C)=00000000
10 K1(0)=VAL(LEFT$(KS$,2)) : K2(0)=VAL(MID$(KS$,4,2))
20 K3(0)=VAL(MID$(KS$,7))
30 K$="KONTOSTAND" : E$="ZAHLUNG" : Z$="ZINSEN"
40 D$(0)=STR$(K1(0))+"/"+RIGHT$(STR$(K2(0)),2)
50 TA=VAL(TA$) : FF=1+1E-8
60 KM(C)=K1(0):KJ(C)=K2(0):KB(C)=K3(0):K4(C)=INT(KB(C))
70 DK$(C)=D$(0):BZ(0)=BZ
80 SP(0)=INT(KB(C)*10000/BS)/100
90 GOTO1000
100 PRINTCHR$(147)"NEUER VERTRAG ^J/N^"
110 WAIT525,1:GETNV$:IF NV$="N"THEN1
500 PRINT"□SETZEN DER BAUSPARDATEN":PRINT
520 PRINT"VERTRAGSBEGINN [NUR MONATE 03,06,09,12 ANGEBEN] Z.B. 03/75 ";
530 INPUT VB$ : IF LEN(VB$)<>5 THEN PRINT"■??■";:GOTO530
540 FOR I=1043 TO 1047 : POKEI,ASC(MID$(VB$,I-1042,1)): NEXT I
550 PRINT:PRINT"BAUSPARSUMME= [Z.B.  050000  ]"
560 INPUT BS$ : IF LEN(BS$)<>6 THEN PRINT"■??■";:GOTO560
570 FOR I=1057 TO 1062 : POKEI,ASC(MID$(BS$,I-1056,1)): NEXT I
580 PRINT:PRINT"VERZINSUNG (IN %) [ Z.B. 3.0 ]
590 INPUT TA$ : IF LEN(TA$)<>3 THEN PRINT"■??■";:GOTO590
600 FOR I=1073 TO 1075 : POKEI,ASC(MID$(TA$,I-1072,1)) : NEXT I
610 PRINT:PRINT"KONTOSTAND AM ENDE EINES QUARTALS =     Z.B. 09/77/1504.42"
620 INPUT"    ";KS$ : DK$(C)=LEFT$(KS$,5) : KB(C)=VAL(MID$(KS$,7))
660 GOSUB 9000
680 S1=1102:S2=1094:GOSUB 9060
700 PRINT:PRINT"BEWERTUNGSZAHL= [ Z.B.  1.4752  ]"
720 INPUT BZ(C)
760 S1=1118 : S2=1112 : GOSUB 9080
800 PRINT:PRINT"TEILZINSSUMME FUER VOLLENDETE QUARTALE =  [ Z.B. 144.22  ]"
820 INPUT KZ(C)
840 S1=1137 : S2=1130 : HH$=LEFT$(STR$(KZ(C)),9) : GOSUB 9100
900 GOTO 1
1000 PRINTCHR$(147)SPC(8)"KONTOAUSZUG      "D$:L$=CHR$(157)
1020 FORI=1TO40:PRINT"*";:NEXT:PRINT
1040 PRINT"□SPARSUMME■ ";"   □BEGINN■  □BEW.-ZAHL■ □BS-SUMME■"
1050 GOSUB12000
1060 PRINTSP(C)" %";TAB(12)" ";VB$,BZ(C),BS
1070 GOSUB12000
1080 PRINT" □BUCHUNG■","  □WERT■     □LASTSCHR. GUTSCHR."
1090 GOSUB12000
1100 PRINTK$;"  "D$(0),L(0)"       "K3(0)L$
1120 GOSUB 12000
1200 W=C-3 : GOSUB 10000
1250 W=C-2 : GOSUB 10000
1300 W=C-1 : GOSUB 10000
1450 W=C : GOSUB 10000
1600 PRINTZ$;"       "DK$(C),"     " ,KZ(C) L$
1620 GOSUB12000
1640 IF KB(C)<0 THEN LB(C)=KB(C):GOTO1700
1660 HB(C)=KB(C)
1700 PRINTK$;"  "DK$(C),LB(C),HB(C)L$L$
1720 GOSUB12000
1800 IFDD=1THEN6400
2000 GOSUB15000:PRINT"WEITERE EINZAHLUNGEN?";
2030 GETWE$:IFWE$=""THEN2030
2040 IFWE$="N"ORC=8THEN5000
2050 C=C+1:INPUT"^MONAT/JAHR/BETRAG^";K$(C)
2060 K1(C)=VAL(LEFT$(K$(C),2)):K2(C)=VAL(MID$(K$(C),4,2))
2070 K3(C)=VAL(MID$(K$(C),7))
2080 K3=K3(C) : K1=K1(C) : GOTO 11000
2100 D$(C)=STR$(K1(C))+"/"+RIGHT$(STR$(K2(C)),2)
2150 IFK3>=1000ANDK1<>3ANDK1<>6ANDK1<>9ANDK1<>12THENK5=K3:K6=K1(C):P=1
2160 IFP=1ANDK1=1ORK1=4ORK1=7ORK1=10THENL=2
2170 IFP=1ANDL<>2THENL=1
2200 BZ(C)=BZ(C-1):KZ(C)=KZ(C-1):K4(C)=K4(C-1):KK(C)=KK(C-1):DZ$(C)=DZ$(C-1)
2210 DK$(C)=DK$(C-1):KB(C)=KB(C-1):KM(C)=KM(C-1):KJ(C)=KJ(C-1):KB(C)=KB(C-1)
2215 TZ(C)=TZ(C-1):SP(C)=SP(C-1)
2220 DK$(C)=RIGHT$(STR$(KM(C)),2)+"/"+RIGHT$(STR$(KJ(C)),2)
2300 KM(C)=KM(C)+3
2320 IFKM(C)>12THENKM(C)=KM(C)-12:KJ(C)=KJ(C)+1
2340 IFKM(C)>K1(C)ANDKJ(C)>=K2(C)ORKJ(C)>K2(C)THEN2400
2360 GOTO2500
2400 KM(C)=KM(C)-3
2420 IFKM(C)<1THENKM(C)=KM(C)+12:KJ(C)=KJ(C)-1
2440 KK(C)=KK(C)+K3
2460 GOTO1000
2500 Z(C)=INT((K4(C)*TA/4)*FF)/100
2510 IFK1<=KM(C)ANDK2(C)<=KJ(C)THENTZ(C)=INT((P*K5*L*TA/12)*FF)/100
2530 IFKM(C)=3THENKZ(C)=0
2540 KZ(C)=KZ(C)+Z(C)+TZ(C)
2550 TZ(C)=0:P=0
2560 IFKM(C)=12THENKB(C)=KB(C)+KZ(C)
2600 IFKM(C)>=K1(C)ANDKJ(C)>=K2(C)THENKB(C)=KB(C)+K3+KK(C):KK(C)=0:K3=0
2610 KB(C)=KB(C)+KK(C):KK(C)=0
2620 K4(C)=INT((KB(C))*FF)
2700 B=INT((K4(C)/BS*10↑4)*FF)/10↑4
2720 BZ(C)=BZ(C)+B
2740 SP(C)=INT((KB(C)*10000/BS)*FF)/100
2800 GOTO2220
5000 GOSUB15000:PRINT"EINZAHLUNG GUELTIG ?";
5020 GETEG$:IFEG$=""THEN5020
5040 IFEG$="J"THEN6000
5050 IFC=0THEN2000
```

```
5060 L(C)=0:H3(C)=0
5100 C=C-1
5950 GOTO1000
6000 DK$(C)=RIGHT$(DK$(C),5) : GOSUB 9000
6020 S1=1102 : S2=1094 : GOSUB 9060
6040 S1=1118 : S2=1112 : GOSUB 9080
6060 S1=1137 : S2=1130
6080 HH$=LEFT$(STR$(KZ(C)),9)
6100 GOSUB 9100
6200 GOSUB15000 : PRINT"SOLL KONTOAUSZUG GEDRUCKT WERDEN ?";
6220 GET KD$ : IF KD$="" THEN 6220
6240 IF KD$="J" THEN 20000
6900 END
9000 DD$(C)=DK$(C)+"/"
9040 RETURN
9060 HH$=LEFT$(STR$(KB(C)),10) : GOTO 9100
9080 HH$=LEFT$(STR$(BZ(C)),8)
9100 FOR I=S1 TO S2 STEP -1
9140 HR$=RIGHT$(HH$,ABS(I-S1-1))
9160 HL$=LEFT$(HR$,1)
9180 IF HL$=" " THEN HL$="0"
9200 POKE I,ASC(HL$) : NEXT I
9220 RETURN
10000 IF W<=0 THEN PRINT L$ : GOTO 10400
10100 IF K3(W)<0 THEN L(W)=K3(W) : GOTO 10300
10200 H3(W)=K3(W)
10300 PRINT E$W;"  "D$(W),L(W),H3(W);L$
10400 GOSUB 12000
10500 RETURN
11000 PRINTCHR$(17);:GOSUB15000:PRINT"WEITERE EINZAHLUNG IN DIESEM MONAT ?",
11100 GETWZ$:IFWZ$=""THEN11100
11200 IFWZ$="N"THEN2100
11300 INPUT"BETRAG";W$
11400 K3(C)=K3(C)+VAL(W$):GOTO2080
12000 PRINTCHR$(145)TAB(11)"|"TAB(19)"|"TAB(29)"|"
12100 GOSUB12900
12600 PRINT"———+";:GOSUB12900:PRINT"+";
12620 GOSUB12900:PRINT"——+";:GOSUB12900
12700 PRINT"——":PRINTCHR$(145);:RETURN
12900 FORI=1TO7:PRINT"-";:NEXT:RETURN
15000 PRINTCHR$(19);:P$=CHR$(17)
15020 PRINTP$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$P$;
15040 FOR I=1 TO 40 : PRINT" ";:NEXT
15060 RETURN
20000 OPEN1,4:OPEN3,4,1
20020 OPEN2,4,2
20100 PRINT#1,,CHR$(1),,"KONTOAUSZUG"
20200 PRINT#1,,,:FOR I=1TO 52 : PRINT#1,CHR$(36);:NEXT I : PRINT#1:PRINT#1
20300 PRINT#1,,,"SPARSUMME (% BS-S.)| BEGINN    | BEW.-ZAHL | BS-SUMME"
20400 GOSUB26000
20500 F1$="                    999.99      A  AAAAA   A99999.9999A999999.99"
20600 PRINT#2,F1$
20650 S$=CHR$(29) : V$="|"
20700 PRINT#3,SP(C);V$S$VB$S$V$S$BZ(C);V$S$BS
20800 GOSUB 26000
20900 PRINT#1,,,"BUCHUNG              | WERT      | LASTSCHR. | GUTSCHR."
20940 F2$="          AAAAAAAAAAAA        A  AAAAA   A 999999.99A999999.99"
20960 PRINT#2,F2$
20980 GOSUB 26000
21000 PRINT#3,K$S$V$S$D$(0)S$V$S$L(0);V$S$K3(0);CHR$(13);
21010 GOSUB 25000
21020 W=C-7 : GOSUB 30000
21040 W=C-6 : GOSUB 30000
21060 W=C-5 : GOSUB 30000
21080 W=C-4 : GOSUB 30000
21100 W=C-3 : GOSUB 30000
21120 W=C-2 : GOSUB 30000
21140 W=C-1 : GOSUB 30000
21160 W=C   : GOSUB 30000
21300 PRINT#3,Z$S$V$S$DK$(C)S$V$S$;Z;V$S$KZ(C);CHR$(13);
21400 GOSUB25000
21500 PRINT#3,K$S$V$S$DK$(C)S$V$S$;LB(C);V$S$HB(C);CHR$(13);
21600 PRINT#1,,,:FORI=1TO52:PRINT#1,CHR$(35);:NEXT I
23000 PRINT#1,S$,CHR$(13)
23100 PRINT#3,S$,CHR$(13)
23200 PRINT#2
23500 CLOSE1 : CLOSE2 : CLOSE3
24000 END
25000 PRINT#1,,,"————————————————————";
25100 PRINT#1,"+————————+————————+————————":RETURN
26000 PRINT#1,,,"————————————————————————————————————————————————":RETURN
27000 PRINT#1,,,"                    |          |          |"
27100 RETURN
30000 IF W<=0 THEN 31000
30100 IF K3(W)<0 THEN L(W)=K3(W) : GOTO 30300
30200 H3(W)=K3(W)
30300 W$=RIGHT$(STR$(W),1):EE$=CHR$(160):EE$=E$+EE$:EE$=EE$+W$
30400 PRINT#3,EE$S$V$S$D$(W)S$V$S$L(W);V$S$H3(W);CHR$(13);
30500 GOTO31100
31000 GOSUB27000
31100 GOSUB25000
31200 RETURN
31300 END
40000 REM ******************************
40010 REM * PROGRAMMIERER: PAUL HLUBEK*
40020 REM *    ALL RIGHTS RESERVED     *
40030 REM ******************************
READY.
```

Bild 1. Sparen beim Bausparen ermöglicht dieses PET-Basic-Programm

lediglich, rechtzeitig vor dem jeweiligen Bewertungsstichtag sein Schärflein zu entrichten. Am unteren Rand des Bildschirms sind zwei Zeilen reserviert, um mit dem Computer im Dialog arbeiten zu können. Solange die Fragen des Computers nicht beantwortet werden, bleibt der letzte Kontoauszug auf dem Bildschirm erhalten. Will man lediglich testen, wie sich der Vertrag ohne Einzahlungen entwickelt, so gibt man zum Beispiel 12/81/0 (Monat/Jahr/Betrag) ein.

Die zahlreichen Integer-Funktionen im Programm versuchen, den Kontoauszug der Sparkassen möglichst genau zu treffen. Aus verständlichen Gründen runden sie so oft wie möglich ab. Programmtechnisch interessant, wenn auch für die Benutzer anderer Computer nicht ohne weiteres so übernehmbar, ist das direkte Eingreifen in den Programmspeicher, insbesondere bei unformatierter Eingabe, z. B. mit Vornullen. Die Belegung der Variablennamen geht aus der *Tabelle* hervor.

Zufallszahlen mit Z80 und 6502

Ein schneller und für Mikrocomputer gut geeigneter Algorithmus zur Erzeugung von Pseudozufallszahlen ist durch die folgende Beziehung gegeben:

$X_k = RL_n (X_{k-1} + X_{k-2})$

$Y_k = X_k \bmod 2^m$

Das Symbol „+" steht für eine bitweise Exklusiv-Oder-Verknüpfung, RL_n bedeutet eine Linksrotation um n Bit. Y_k ist das Ergebnis mit einer Länge von m Bit. Die Wortlänge l der X_k muß also größer oder gleich m sein. Um eine möglichst geringe Korrelation der Y_k untereinander und eine große Periode der Zufallszahlenfolge zu erzielen, sollten die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

```
LOC   OBJ CODE  M STMT SOURCE  ZUFALL STATEMENT
0000  D9          1  ZUFALL:  EXX
0001  EB          2           EX DE,HL
0002  44          3           LD B,H
0003  7D          4           LD A,L
0004  AB          5           XOR E
0005  67          6           LD H,A
0006  78          7           LD A,B
0007  AA          8           XOR D
0008  CB11        9           RL C
000A  1F         10           RRA
000B  CB19       11           RR C
000D  6F         12           LD L,A
000E  D9         13           EXX
000F  C9         14           RET
```

Bild 1. Z-80-Programm für die Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen. Zur Initialisierung kann hier recht einfach das Refresh-Register dienen – es liefert einen zufälligen Anfangswert

```
0500  86 e9       stx e9
0502  a5 e5       lda e5
0504  aa          tax
0505  45 e7       eor e7
0507  86 e7       stx e7
0509  aa          tax
050a  a5 e6       lda e6
050c  86 e6       stx e6
050e  aa          tax
050f  45 e8       eor e8
0511  86 e8       stx e8
0513  85 e5       sta e5
0515  06 e4       asl e4
0517  66 e6       ror e6
0519  66 e4       ror e4
051b  a6 e9       ldx e9
051d  60          rts
```

Bild 2. Zufallszahlen-Programm für den Mikroprozessor 6502; es arbeitet nach dem gleichen Algorithmus

– l ist möglichst groß zu wählen,
– für n muß gelten: $m \leqq n < l$,
– l darf kein ganzzahliges Vielfaches von n sein.

Die Implementierung wird besonders einfach für l = 16, m = 8 und n = 8. Die dritte der obigen Bedingungen wird erfüllt, indem man die Rotation durch das Carry-Bit erfolgen läßt. Dadurch wird X_k gewissermaßen auf 17 Bit verlängert. Dieses Bit ist natürlich ebenso wie X_{k-1} und X_{k-2} für die folgenden Aufrufe des Zufallszahlenprogramms geeignet abzuspeichern. Die Periode ist $>10^9$, was für die meisten Anwendungen ausreichen dürfte.

Die abgebildeten Unterprogramme für die Prozessoren Z80 (*Bild 1*) und 6502 (*Bild 2*) liefern eine 8-Bit-Zufallszahl im Akkumulator. Im Z80-Programm werden X_{k-1}, X_{k-2} und Carry in den Registern C', D', E', H' und L' des häufig unbenutzten Zweitregistersatzes abgespeichert, in der 6502-Version dienen hierzu fünf Speicherplätze in Page Null.

Eine Initialisierung der Zufallszahlenfolge (manche Basic-Interpreter kennen hierzu den Befehl RANDOMIZE) ist beim Z80 sehr einfach: Man lädt eines der Zweitregister H', L', D' oder E' mit einem Wert auf dem Refresh-Register R.

Klaus Betke

```
REPEAT - TASTE

03C6  78          SEI
03C7  A5 90       LDA 0090   UMSCHALTUNG
03C9  49 FB       EOR FB
03CB  85 90       STA 0090   DES IRQ -
03CD  A5 91       LDA 0091
03CF  49 E5       EOR E5     VEKTORS
03D1  85 91       STA 0091
03D3  58          CLI
03D4  60          RTS
03D5  A5 97       LDA 0097   WIRD EINE
03D7  C9 FF       CMP FF
03D9  F0 04       BEQ 03DF   TASTE
03DB  C5 B7       CMP 00B7
03DD  F0 09       BEQ 03E8   GEHALTEN ?
03DF  85 B7       STA 00B7
03E1  A9 14       LDA 14     WARTEZAHLER
03E3  85 B8       STA 00B8
03E5  4C 2E E6    JMP E62E   EXIT
03E8  C6 B8       DEC 00B8
03EA  D0 F9       BNE 03E5   WARTEN !
03EC  A9 FF       LDA FF
03EE  85 97       STA 0097   REPEAT
03F0  A9 02       LDA 02
03F2  85 A8       STA 00A8   CURSOR HELL
03F4  A9 04       LDA 04
03F6  D0 EB       BNE 03E2   EXIT
```

Durch ein kleines Interrupt-Programm im Kassetten-Buffer 2 kann man eine Dauerfunktion aller Tasten realisieren, was die Eingabe manchmal sehr erleichtert

Repeat-Funktion beim CBM 3000

Die Umschaltung aller Tasten auf Dauerfunktion (Repeat-Taste) erleichtert die Arbeit mit dem CBM 3000 ganz erheblich. Um dies zu erreichen, wird der Interrupt-Vektor auf das Programm (*Bild*) im 2. Kassetten-Buffer (03D5) gesetzt. Durch Benutzung der EOR-Funktion kann mit SYS 966 die Repeat-Funktion eingeschaltet und durch erneutes SYS 966 wieder ausgeschaltet werden. Nach dem Einschalten wird dann das Programm bei jedem Interrupt, also 60mal in der Sekunde, ab 03D5 durchlaufen. Wird nun irgendeine Taste gedrückt, so erscheint sofort das Zeichen auf dem Bildschirm. Danach wartet das Programm ca. 0,3 Sekunden, ehe dann fortlaufend mit 15 Zeichen pro Sekunde geschrieben wird. Die Wartezeit ist notwendig, um auch die sichere Eingabe eines Zeichens zu gewährleisten. Durch Verändern der Speicherzelle 03E2 (dez. 994) kann die Wartezeit variiert werden. Soll die Wiederholrate verändert werden, ist dies in 03f5 (dez. 1013) möglich. Wichtig ist, daß der Cursor bei der schnellen Bewegung sichtbar bleibt. Dies geschieht mit den Befehlen 03F0 und 03F2.

Wie alle Programme, die den Interrupt-Vektor verstellen, muß auch dieses vor Aufnahme oder Wiedergabe mit der Kassetteneinheit ausgeschaltet werden.

Christian Bentert

Jörg Rehrmann

Induktivitäts-Meßgerät

In zahlreichen Schaltungen, vor allem auf dem Hf-Gebiet, benötigt man Induktivitäten aller Art. Vorwiegend bei Spulen mit kleinen Induktivitäten und bei solchen mit Anzapfung ist man oft auf das Selbstwickeln der Spulen angewiesen.

Die Berechnung von Spulen ist meistens recht aufwendig, und aufs Probieren der richtigen Windungszahl ist auch kein Verlaß. In solchen Fällen kann sich das hier beschriebene Induktivitäts-Meßgerät als ein nützliches Hilfsmittel erweisen. Es mißt Induktivitäten im Bereich von 100 nH bis 400 mH und zeigt sie direkt auf der linearen Skale eines Spannungsmeßgerätes an. Die Ungenauigkeit liegt – je nach Aufbau – bei 5...10 %, was für die praktische Anwendung völlig ausreicht.

Schwingkreis bestimmt Oszillator-Frequenz

Zur Messung einer Induktivität L_x wird diese zunächst mit einem unveränderlichen Kondenstor C parallel geschaltet. Dieser Schwingkreis bestimmt die Frequenz einer Oszillator-Schaltung. Die Resonanzfrequenz ergibt sich dann aus der Formel

$$f_x = \frac{1}{2\,\pi\,\sqrt{L_x \cdot C}}\,.$$

Durch Umstellen der Gleichung ergibt sich

$$L_x = \frac{1}{4\,\pi^2 \cdot C \cdot f^2}\,.$$

Da das Produkt $4 \cdot \pi^2 \cdot C$ in diesem Fall konstant ist, gilt:

$$L_x \approx \frac{1}{f^2}\,.$$

Die so gewonnene Frequenz wird dann auf zwei hintereinandergeschaltete Integratoren gegeben, die ein Tiefpaßfilter mit einer Steilheit von 12 dB/Oktave bilden. Dies bedeutet, daß bei Verdopplung von f die Ausgangswechselspannung U_a des zweiten Integrators auf ein Viertel des ursprünglichen Wertes zurückgeht.

Es gilt also die Beziehung

$$U_a \sim \frac{1}{f^2}\,.$$

Wenn aber sowohl U_a als auch L_x proportional zu $\frac{1}{f^2}$ sind, so ist U_a proportionale zu L_x. Durch Messung von U_a mit einem Wechselspannungsmeßgerät läßt sich dann L_x direkt auf der Skala des Voltmeters ablesen.

Teilerketten erweitern den Meßbereich

Bild 1 zeigt den Schaltplan des Gerätes. Die bereits erwähnte Oszillatorschaltung besteht aus den Transistoren T2, T3 und dem Schwingkreis C1, L_x. Der Regeltransistor T1 sorgt dafür, daß die Effektivspannung am Schwingkreis etwa 0,2 V nicht übersteigt. Der FET T4 koppelt die Sinusschwingung hochohmig aus und verstärkt sie zusammen mit T5 und T6. Da die Integratoren nur in einem begrenzten Frequenzbereich arbeiten können, die Schwingfrequenz aber – je nach Größe der angeschlossenen Induktivität – etwa zwischen 1 kHz und 2 MHz liegen kann, muß eine umschaltbare Frequenzteilerkette vorgesehen werden.

Die Teilerkette besteht aus zwei Dezimalzählern (IC1 und IC2) und einem Binärzähler (IC3). Der Meßbereich ist

Stellung S1	Meßbereich
1	0 ... 1µH
2	0 ... 10µH
3	0 ... 100µH
4	0 ... 1mH
5	0 ... 10mH
6	0 ... 100mH

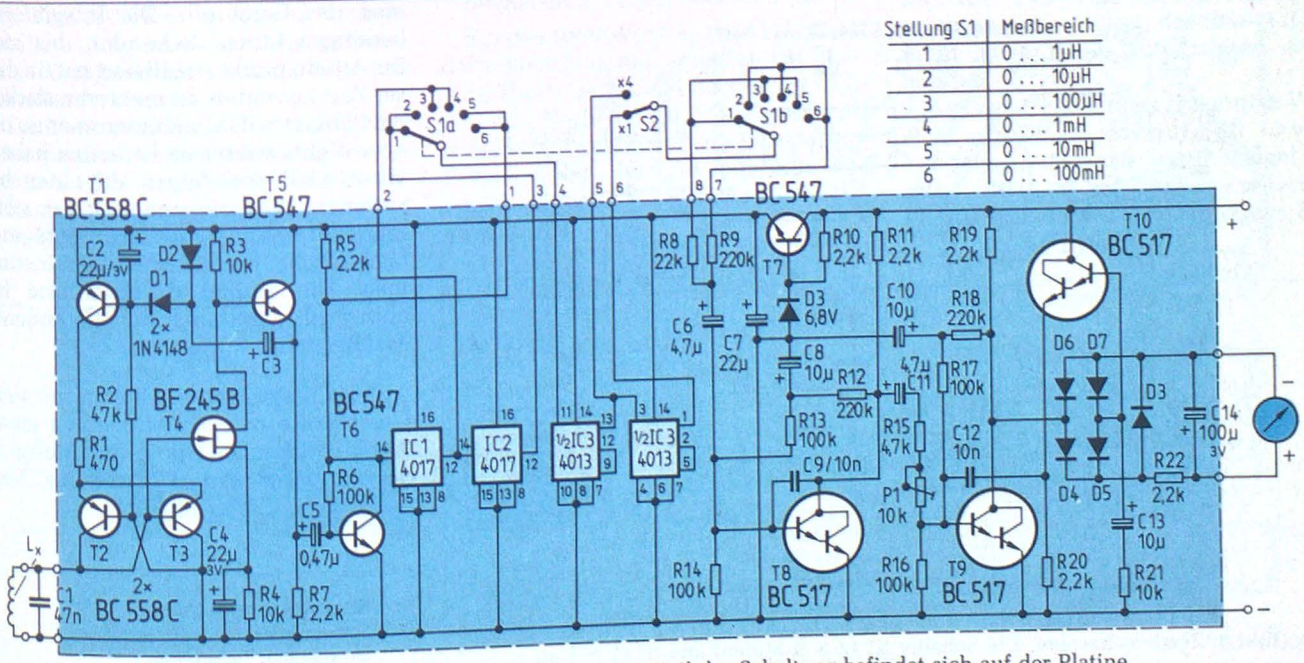


Bild 1. Schaltbild des Induktivitäts-Meßgerätes. Der eingerahmte Teil der Schaltung befindet sich auf der Platine

mit S1 über sechs Dekaden wählbar. Eine weitere Meßbereichserweiterung zwecks größerer Ablesegenauigkeit bei sonst kleinen Ausschlägen bietet der Schalter S2; in Stellung x4 muß der angezeigte Wert mit dem Faktor 4 multipliziert werden, um den tatsächlichen Wert zu erhalten. Im empfindlichsten Bereich ist die Induktivität bei Vollausschlag 1 µH, im unempfindlichsten Bereich beträgt sie 400 mH.

Der erste Integrator ist mit dem Darlingtontransistor T8 aufgebaut, der zweite mit den Darlingtons T9 und T10. Er ist direkt mit einem Spannungs-/Strom-Konverter kombiniert. Der Wechselstrom wird mit dem Brückengleichrichter D4...D7 gleichgerichtet und mit einem Drehspuleninstrument gemessen.

Bei Meßwerken sollte die Schutzschaltung R22, D8 und D9 direkt am Meßwerk angebracht werden, um dieses vor Zerstörung zu schützen. In Multimetern ist diese Schutzschaltung meistens eingebaut.

Das verwendete Meßinstrument sollte eine Empfindlichkeit von 50 µA für Vollausschlag und eine Skaleneinteilung haben, an deren Ende eine Zehnerpotenz (0-1, 0-10, 0-100 usw.) steht. Bei anderen Skaleneinteilungen muß entweder umgerechnet oder – bei geringen Abweichungen von der empfohlenen Einteilung – das Trimmpoti P1 entsprechend eingestellt werden.

Es ist auch der Anschluß von Meßinstrumenten möglich, deren Empfindlichkeit nicht wesentlich über 100 µA bzw. unter 25 µA liegt. In jedem Falle sollte das Produkt aus diesem Strom und dem Widerstand R21 etwa 0,5 V sein.

Die Schaltung kann mit einer 9-V-Batterie versorgt werden. Die Stromaufnahme betrug beim Mustergerät je nach angeschlossener Induktivität 10...20 mA. Wenn keine oder eine sehr kleine Spule angeschlossen ist, erreicht die Stromaufnahme ihren Höchstwert.

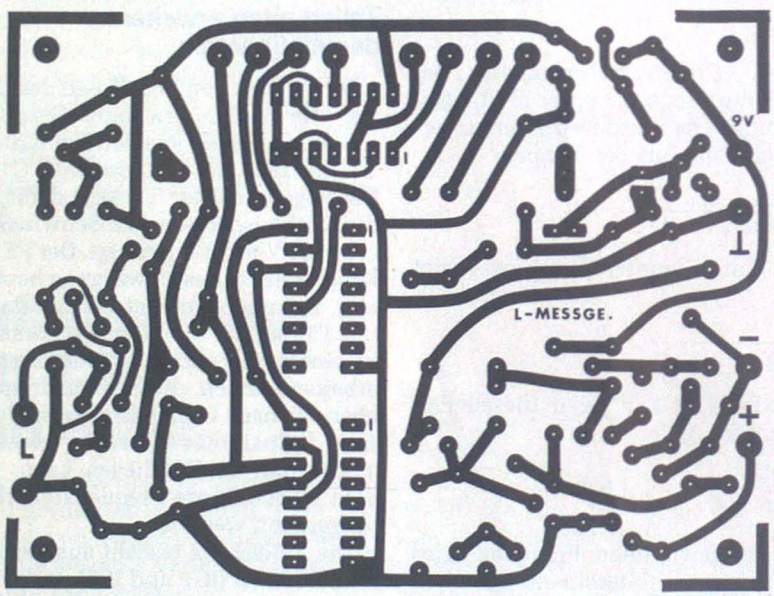


Bild 2. Platinen-Layout zum Aufbau der Schaltung

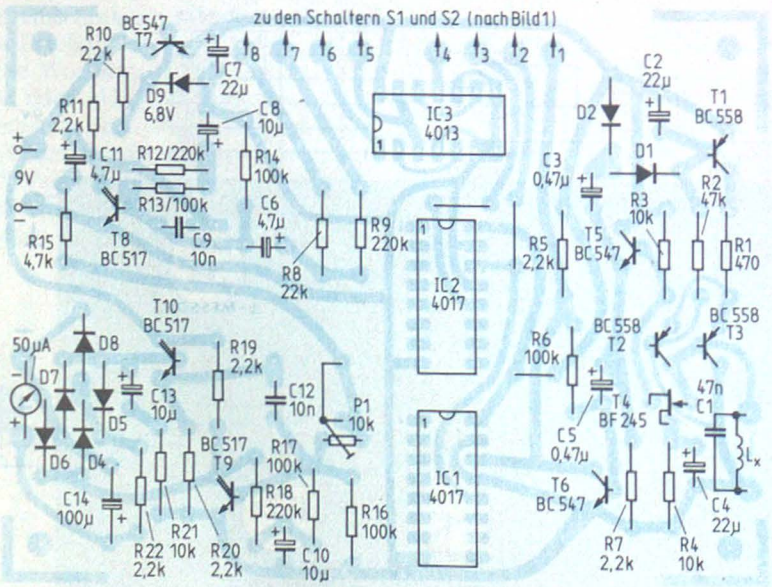


Bild 3. Bestückungsplan. Die Schalter S1 (2 × 6 Stufen) und S2 (1 × Um) werden an den Stiften 1...8 nach Bild 1 angeschlossen

Aufbau auf Platine

Beim Bau der Schaltung ist eigentlich nur darauf zu achten, daß sich der Kondensator C1 nicht auf der Platine, sondern direkt an der Meßstelle befindet, also da, wo die Spule angeschlossen ist. Der Schwingkreis sollte sehr nahe an der Platine liegen. *Bild 2* zeigt das Layout der Platine und *Bild 3* den Bestückungsplan.

Der Abgleich der Schaltung ist sehr einfach. Man benötigt hierfür jedoch eine möglichst engtolerierte bekannte Induktivität, die man an das Gerät anschließt. Nachdem man einen geeigneten Meßbereich gewählt hat, schaltet man das Gerät ein. Die Integratoren benötigen einige Sekunden, bis sich ihr Arbeitspunkt stabilisiert hat; in dieser Zeit kommt es zu mehreren starken Ausschlägen des Meßinstruments, die aber nichts weiter zu bedeuten haben. Wenn sich der Zeiger auf einen bestimmten Wert eingependelt hat, stellt man P1 so ein, daß angezeigte und tatsächliche Induktivität übereinstimmen. Die einmal durchgeführte Eichung gilt dann auch für alle anderen Meßbereiche.

Beim praktischen Arbeiten mit dem Gerät sollte man erst für einen guten Kontakt zwischen Spule und Meßgerät sorgen, bevor man es einschaltet. Man spart damit Batteriestrom.

Stichworte zum Inhalt
Schwingkreis, Resonanzfrequenz, Integratoren, Teilerkette, Meßwerk-Schutzschaltung.

Ing. (grad.) Michael Arnoldt

Vorverstärker und Teiler für 700 MHz

Nachdem die ECL-Technik den Aufbau schneller Frequenzteiler ermöglichte, entstand zunächst Bedarf an geeigneten Vorverstärkern. Der Nachbau diskret aufgebauter Verstärker bis etwa 700 MHz erwies sich häufig als zu schwierig, so daß man bald auf Hybridschaltungen für Antennenverstärker überging. Die Herstellung von Breitbandverstärkern in Dünnschichttechnik (z. B. Valvo OM335) brachte entscheidende Fortschritte. Nachteilig wirkt sich jedoch die relativ hohe Betriebsspannung (typ. 24 V) dieser Verstärker aus.

Die Verwendung einer hohen Betriebsspannung für Breitbandverstärker erleichtert es, ein gutes Verhältnis von Verstärkung zu Intermodulation zu erzielen. Im Unterschied zum Einsatz in Antennenverstärkern spielt der Intermodulationsabstand für Vorverstärker in Frequenzzählern keine Rolle, so daß die Ein- und Ausgangsspannungen weit höher gewählt werden können, als es breitbandige Antennenverstärkeranwendungen zulassen würden.

Gemeinsame Spannung für Vorverstärker und Teiler

Die Schaltung nach *Bild 1* zeigt einen Vorverstärker und zwei nachgeschaltete Frequenzteiler. Die verwendeten Komponenten weisen einige entscheidende Vorzüge auf.

- Der Vorverstärker MC 5156 von NEC ist für eine Betriebsspannung von typisch 12 V konzipiert. Die Verstärkung beträgt dabei 15 dB zwischen 30 MHz und 890 MHz. Mit Verringerung auf 5 V sinkt die Verstärkung nur um etwa 3 dB, so daß Verstärker und Teiler an einer gemeinsamen 5-V-Versorgungsspannung arbeiten können. Die Stromaufnahme des Verstärkers beträgt ca. 15 mA bei 5 V. Er ist zweistufig aufgebaut und verfügt über eine Gegentaktendstufe.
- Als Eingangsteiler wird das IC 11C90 (Fairchild) benutzt, das bis etwa 700 MHz mit einer effektiven Eingangsspannung von maximal 130 mV auskommt. *Bild 2* zeigt den erforderlichen Eingangsspannungswert in Abhängigkeit von der Frequenz. Parameter ist die Temperatur des 11C90. Durch Kühlung läßt sich der Frequenzbereich nach oben erweitern.

Ein weiterer Vorzug des 11C90 ist darin zu sehen, daß er außer den ECL-Ausgängen Q4 und $\overline{Q4}$ über einen TTL-Ausgang verfügt (Pin 11). Damit entfällt die Notwendigkeit, einen externen Pegelwandler zur Ansteuerung des nachfolgenden TTL-Teilers SN74196 einzufügen.

Ein- und Ausgangswiderstand der Hybridschaltung MC5156 betragen etwa 75 Ω. Die Fehlanpassung an 50-Ω-Leitungen ist tragbar. Der Frequenzgang der Schaltung weist eine merkliche Abnahme der Verstärkung erst oberhalb 700 MHz und unterhalb von 10 MHz auf.

Ein wesentliches Merkmal des ICs 11C90 ist der integrierte 400-Ω-Widerstand, über den eine interne ECL-Referenzspannung an Stift 15 herausgeführt wird. Verbindet man den Takteingang T (16) mit Stift 15, so ist der Eingangsteiler automatisch auf die richtige Vorspannung eingestellt. Die externe Zuführung einer Spannung über das Potentiometer P und den 1-kΩ-Widerstand erlaubt durch manuelle Feinabstimmung die optimale Empfindlichkeit zu erzielen. *Bild 3* zeigt die so gemessenen minimalen Eingangsspannungen. Der steile Anstieg an der oberen Frequenzgrenze wird z. T. durch den logarithmischen Maßstab der Frequenzachse hervorgerufen.

Dem IC 11C90 ist ein Teiler SN 74196 nachgeschaltet, der bis mindestens 70 MHz arbeitet, so daß die maximale Eingangsfrequenz allein vom Teiler 11C90 bestimmt wird. Die Stromaufnahme der gesamten Schaltung beträgt 120 mA.

Besondere Maßnahmen beim Aufbau

Erfahrungen im Umgang mit ECL-Teilern und Verstärkern zeigen, daß der Aufbau auf Printplatten die obere Frequenzgrenze herabsetzt. Daher sind auf der vorliegenden Platine (*Bild 4*) Ein- und Ausgang des Vorverstärkers MC5156 und Takt- sowie Referenzspannungsanschlüsse des ICs 11C90 nicht über die Leiterbahnen verbunden.

Am Verstärkereingang ist einige Vorsicht geboten. In das mit Stift 10 verbundene Lötauge wird ein Lötnagel gesetzt, den man auf der Oberseite der Platine mit der Abschirmung des Ko-

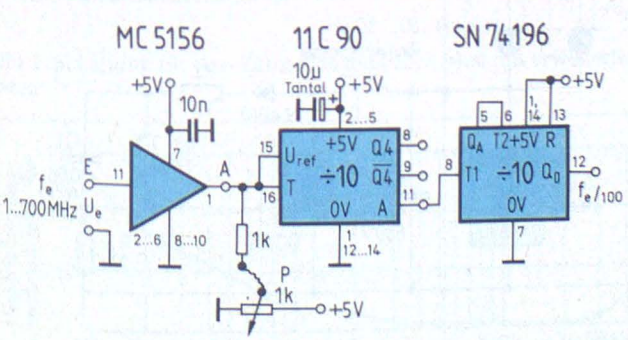


Bild 1. Schaltbild für Vorverstärker und Frequenzteiler

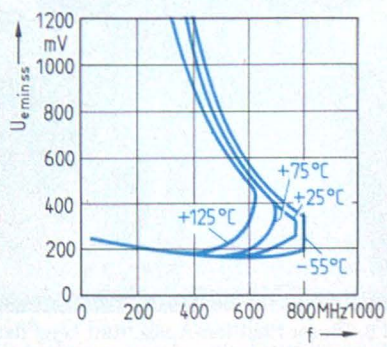


Bild 2. Erforderliche Eingangsspannung für IC 11C90 als Funktion von Frequenz und IC-Temperatur

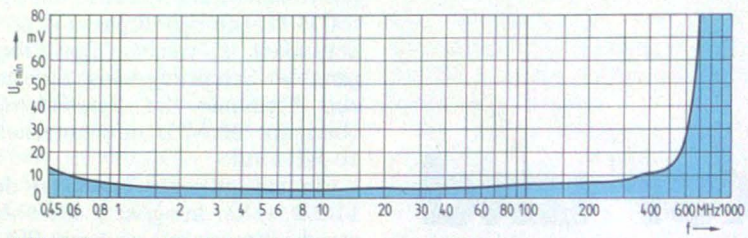


Bild 3. Empfindlichkeit der Schaltung nach Bild 1

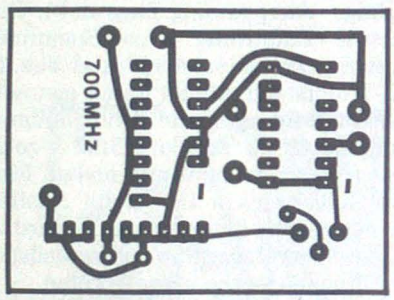


Bild 4. Platinenvorlage. Für die Stifte 1 und 11 des MC 5156 und die Stifte 15 und 16 des 11C90 sind keine Lötungen vorhanden

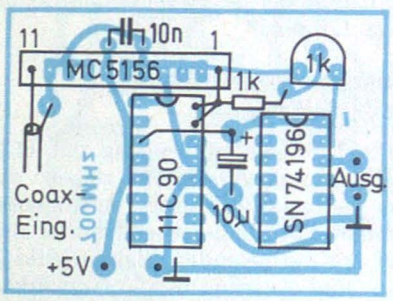


Bild 5. Bestückungszeichnung. Zu beachten ist, daß einige Anschlüsse auf der Bauteilseite verlötet werden (siehe Text)

ax-Zuführung verlötet. Die Seele des Koax-Kabels führt direkt an den Eingangstift 11. Bei Verwendung eines Koax-Kabels mit starrem Innenleiter empfiehlt es sich, zwischen Verstärkeranschluß und Innenleiter ein kurzes Stück (maximal 1 cm) flexiblen Drahtes einzusetzen. *Bild 5* zeigt die Platinenbestückung, *Bild 6* einen Ausschnitt der fertigen Musterplatine.

Seit kurzem ist der Nachfolgetyp des MC5156, der dreistufige VHF/UHF-Verstärker MC5157 mit 25 dB Verstärkung bei 12 V Betriebsspannung verfügbar. Die Anschlußfolge entspricht der des MC5156.

Literatur

[1] NEC: Hybrid VHF-UHF-Amplifier MC 5156.
[2] Fairchild: 11C90, 650 MHz – 10/11-Prescaler.
[3] *Grimm, Josef:* 500-MHz-Zehnerteiler mit Vorverstärker für Frequenzzähler, UKW-Berichte 3/76.
[4] Valvo Brief: Antennenverstärkermoduln in Dünnschichttechnik.

Stichworte zum Inhalt
ECL-Technik, Hf-Vorverstärker MC 5156, Frequenzteiler 11C90, SN74196.

Schaltungskniff:

Treppenhauslicht mit Dimmereffekt

Um im Treppenhaus nicht immer unerwartet im Dunkeln zu stehen, habe ich die folgende Schaltung aufgebaut und parallel zum vorhandenen Zeitschalter angeschlossen. Als Gehäuse genügt eins in der Größe einer Streichholzschachtel!

Erst wenn das Lichtrelais nach Ablauf der festgelegten Leuchtdauer den Stromkreis unterbricht, wird die Zusatzschaltung aktiviert. Über C 1 erhält der Thyristor Steuerimpulse, und das Licht brennt mit halber Helligkeit weiter. Nach ca. 5 s ist C 1 voll aufgeladen, und das Licht erlischt langsam ganz. R 1 ist zur Wiederentladung von C 1 nötig, L 1 und C 2 dienen der Funkentstörung.

Zuerst wird die Schaltung ohne R 3 aufgebaut und probeweise mit dem Netz verbunden. Leuchtet die Lampe nur kurz auf, muß C 1 vergrößert werden. Leuchtet die Lampe zu lang oder erlischt überhaupt nicht, so wird für R 3 ein Poti (ca. 500 Ω) angeschlossen und der Widerstand so lange verringert, bis die gewünschte Brenndauer erreicht ist (5 bis 10 Sekunden haben sich als günstig erwiesen).

Gottfried Silberhorn

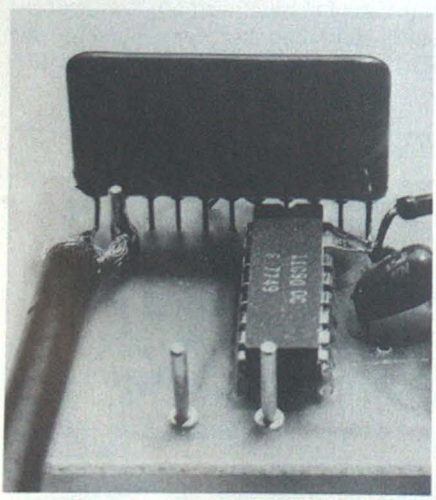
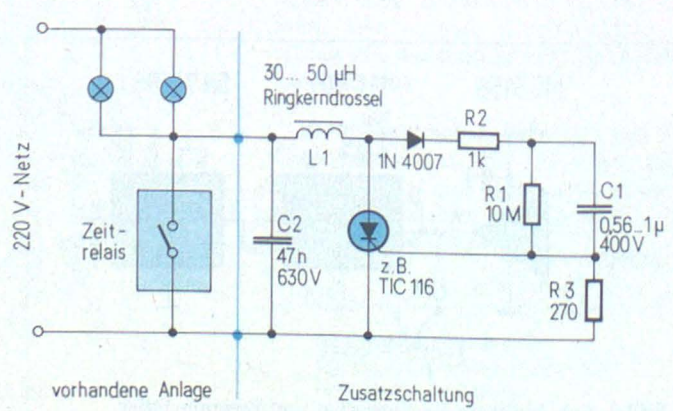


Bild 6. Dieser Platinen-Ausschnitt zeigt den ungewöhnlichen Aufbau einiger Bauteile

Ohne an der vorhandenen Anlage für die Treppenhausbeleuchtung etwas ändern zu müssen, kann ein Fade-Out-Effekt ergänzt werden



Josef Fenk

Zählbereich des SDA5680 erweitert

Frequenzzähler für LMK- und UKW-Empfänger

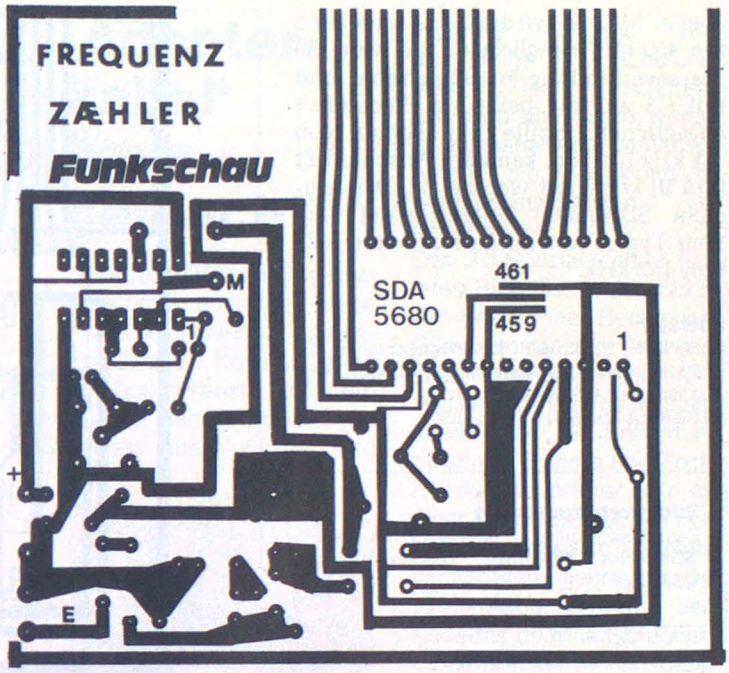


Bild 3. Platine zum Aufbau des Frequenzzählers. Sie enthält alle Bauteile einschließlich der LCD-Anzeige

Ein Frequenzzähler in einem Empfänger zählt üblicherweise die Oszillatorfrequenz und zieht dabei die Zwischenfrequenz ab, um die Empfangsfrequenz zu erhalten.

Die integrierte Schaltung SDA5680, eigentlich als Empfänger-Zählbaustein gedacht, eignet sich auch für eine direkte Frequenzmessung. Dafür muß nur die Zwischenfrequenz von etwa 459...461 kHZ zusätzlich an Pin 5 des ICs eingespeist werden [1]. Das zu zählende Signal wird an Pin 4 (LMK-Empfang) angelegt. Die Anschlüsse 6 und 7 bleiben frei (*Bild 1*), entsprechend dem Bereich K mit Doppelüberlagerung. Der Zählbereich unserer Musterplatine reicht von unter 100 kHz bis 40 MHz (Diagramm *Bild 2*). Als Anzeige dient das dazu entwickelte LCD-Display FAN5132T.

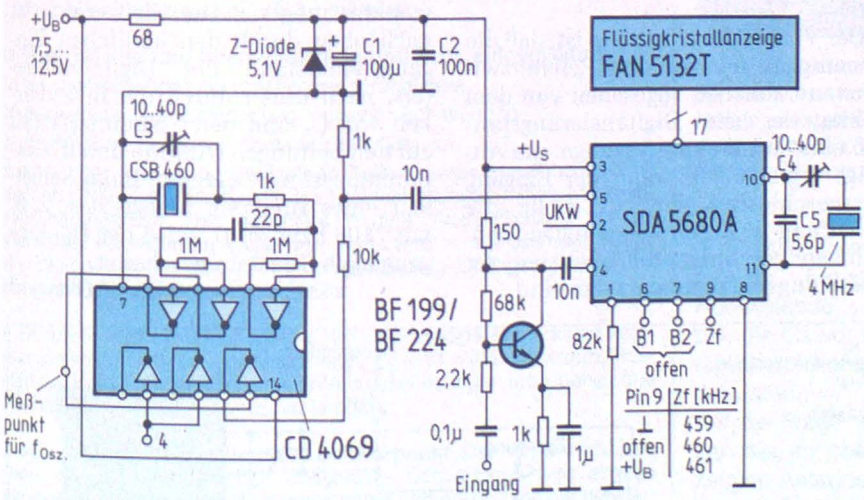


Bild 1. Schaltung für den Zählerbaustein SDA5680 mit erweitertem Frequenzbereich nach unten

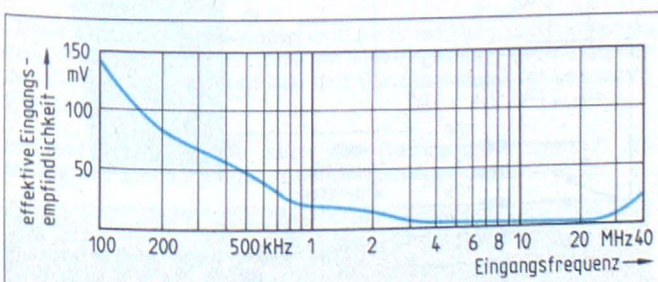


Bild 2. Das Diagramm zeigt die Eingangsempfindlichkeit in Abhängigkeit von der Eingangsfrequenz des Labormusters

CMOS-Inverter als Oszillator

Eine für diesen Zweck geeignete stabile Oszillatorschaltung läßt sich mit dem Sechsfach-Inverter 4069 auf der Platine nach *Bild 3* recht einfach aufbauen; den Bestückungsplan zu der Platine zeigt *Bild 4*. Das Keramikfilter CSB460 sorgt für die stabile Frequenz von 460 kHz, die über 10 nF auf Pin 5 des SDA5680 gelangt.

Der Oszillator wird mit einer Spannung zwischen 7,5 V und 12,5 V betrieben. U_B sollte nicht kleiner als 7,5 V gewählt werden, da der Oszillator dann nicht mehr sicher schwingt. Zur Versorgung des SDA5680A wird U_B mit einer ZPD 5,1 stabilisiert. C1 dient zur Glättung der Spannung, C2 unterdrückt mögliche Hf-Einstrahlungen.

Abgleich problemlos

Das Keramikfilter des Oszillators kann mit der Resonanzfrequenz ±2 kHz vom Sollwert abweichen. Deshalb liegt noch der Trimmer C3 parallel. Zum Abgleich der Schaltung ist ein kalibrierter Zähler erforderlich. Von dessen Genauigkeit hängt auch die Anzeigegenauigkeit dieser Schaltung ab.

Zum Abgleich wird Anschluß B2 (Pin 7 des SDA5680) auf Masse gelegt. Eine bekannte Frequenz f – z. B. 20 MHz – wird am Eingang einge-

speist. Mit C4 wird auf die Frequenz f = 460 kHz abgeglichen. Dann wird die Masseverbindung an B2 getrennt und mit C3 auf die bekannte Frequenz f abgeglichen. Sollte ein Fehler von ±1 kHz bleiben, kann am Anschluß Zf (Pin 9) korrigiert werden [2]. Der Baustein SDA5680B unterscheidet sich vom Typ A nur durch eine andere Zf von 452 kHz.

Literatur

[1] *Bichler, H; Krüger, P.*: Frequenzzähler für LMK- und UKW-Empfänger. FUNKSCHAU 1980, Heft 4, Seite 93.
[2] Siemens-Datenblatt: SDA 5680

Stichworte zum Inhalt
Zwischenfrequenz, Doppelüberlagerung, SDA5680A, FAN5132T, Keramikfilter CSB460.

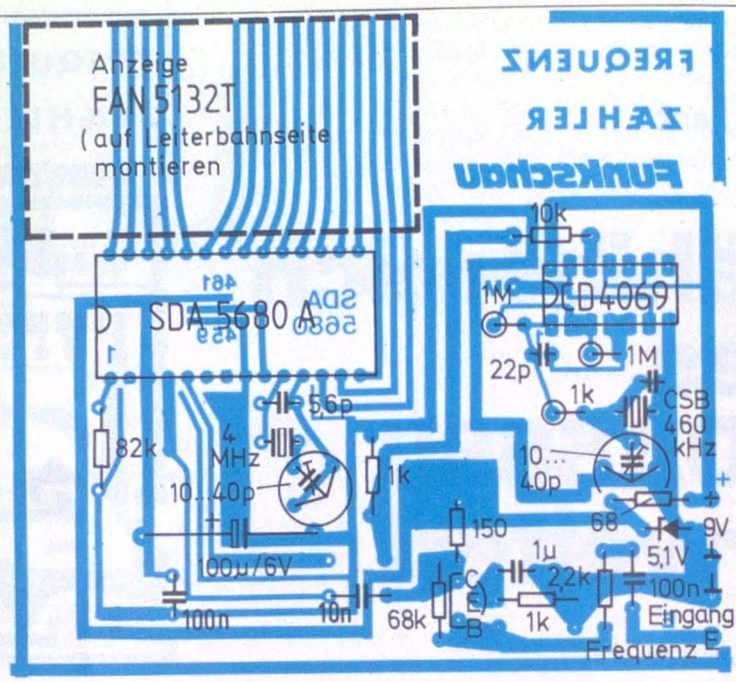


Bild 4. Beim Bestücken ist darauf zu achten, daß die Anzeige auf der Leiterbahnseite montiert wird. Die Kontaktierung erfolgt über ein spezielles Leitgummi. Bezugsquellen teilt die Redaktion auf schriftliche Anfrage gern mit

Schaltungskniff:

Widerstands-Messung mit DVM

Bekanntlich werden bei der Widerstandsmessung mit Digitalvoltmetern R/U-Wandler eingesetzt, die eine dem Widerstand proportionale Spannung erzeugen, die letztlich digitalisiert wird. Diese R/U-Wandler bergen zusätzliche Linearitäts- und Driftfehler, außerdem sind sie im Regelfall schlecht zu schützen.

Der vorliegenden Schaltung liegt die Idee zu Grunde, daß in Digitalvoltmeter-Schaltungen, die nach dem sogenannten Dual-Slope-Verfahren arbeiten, eigentlich nur das Verhältnis einer unbekannten Spannung U_x zu einer Referenzspannung U_{ref} ermittelt wird (*Bild 1*). Da eine Widerstandsmessung zwischen dem unbekannten Widerstand und einem Normalwiderstand erfolgen kann, ist eine Widerstands/Spannungswandlung eigentlich überflüssig.

Der Vorteil der Schaltung ist, daß die Genauigkeit nur von dem Referenzwiderstand abhängt, abgesehen von dem Fehler, der beim Digitalisierungsprozeß entsteht. Weitere Vorzüge: die Anzeige ergibt 0000, wenn der Eingang kurzgeschlossen wird (R = 0); die Schaltung ist durch die gleichen Maßnahmen geschützt, die auch bei der Spannungsmessung wirksam sind.

Die Spannung U_o ist im Prinzip beliebig wählbar, sollte aber natürlich in einem für die Komparatoren im Digitalwandler günstigen Bereich liegen. Der Meßbereich beträgt bei einem 3½stelligen Digitalvoltmeter $2 \cdot R_{ref}$.

Auch Vierpunktmessung ist ohne weiteres möglich. Der Meßbereich ist nach oben durch den endlichen Eingangswiderstand des Digitalvoltmeters, nach unten durch die Belastbarkeit von U_o und den Spannungsabfall auf den Leitungen (Abhilfe durch Vierpunktmessung) begrenzt. Beim Selbstbau eines digitalen Meßgerätes, z. B. mit 7106 bzw. 7107, wird der U_{ref}-Eingang nach *Bild 2* umgeschaltet.

Gerrit Osswald

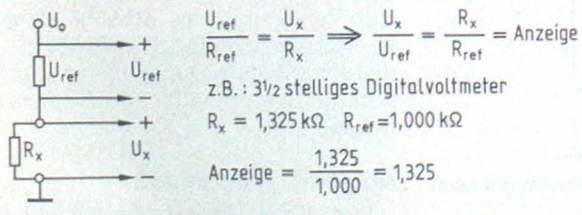


Bild 1. Prinzipschaltung zur Widerstands-Messung mit dem DVM 7106 bzw. 7107

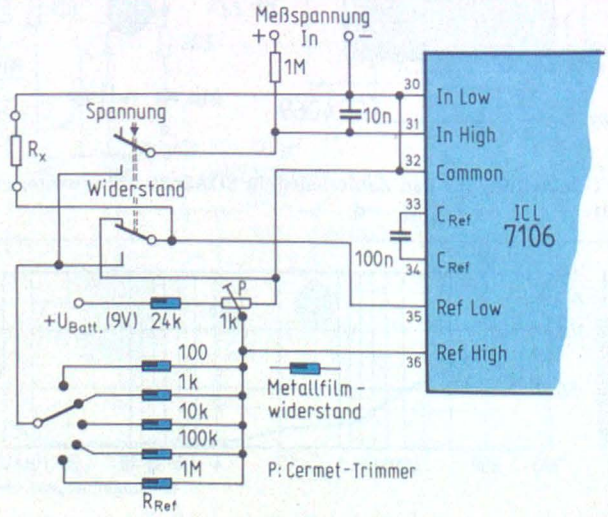


Bild 2.
Praktische Ausführung für die Ergänzung zur Widerstandsmessung

Neu – zum ermäßigten Vorbestellpreis

Handbuch der Digitalen Schaltungen

Vom einfachen UND-Gatter zur Problemlösung mittels Mikroprozessor für Techniker und Ingenieure. Von Emmo Antoon **Zuiderveen.** Aus dem Niederländischen übertragen und technisch bearbeitet von Dipl.-Ing. W. P. Ottenbreit.–. Größe: 16,5 × 23 cm. 648 Seiten mit 646 Abbildungen. Lwstr.-gebunden mit Schutzumschlag. **Sie sparen 17 Mark, wenn Sie gleich bestellen.**

Vorbestellpreis DM 78.– **ISBN 3-7723-6771-2**

Der ermäßigte Vorbestellpreis gilt bis 30. 9. 1981. Ab 1. 10. 1981 endgültiger Preis DM 95.–.

Das **Handbuch der Digitalen Schaltungen** hilft dem Ingenieur und Techniker, sich umfassende Kenntnisse in der digitalen Schaltungstechnik anzueignen, auszubauen und zu erweitern.

Das Werk ist klar und übersichtlich in drei Teile aufgegliedert:

1. In die theoretischen und praktischen Grundlagen.
2. In die selbständige Entwicklung logischer Schaltungen.
3. In die Mikroprozessoren mit ihren Schaltkreisen.

Der Anwender wird in den einzelnen Teilen dieses Handbuches vom einfachen UND-Gatter bis hin zu den Problemlösungen mittels Mikroprozessor herangeführt. Das geschieht in einer Ausführlichkeit, wie sie bisher in der Fachliteratur selten war. Alles wird verständlich dargestellt und in Wort und Bild erklärt. Anwendungsbeispiele, Übungsaufgaben und Lösungen bilden die Brücke zur Praxis.

Der Benutzer wird systematisch auf die selbständige Entwicklung kompletter logischer Schaltungen vorbereitet. Er lernt mit Multiplexern, Bussystemen, Halbleiterspeichern und Interfaceschaltungen umzugehen und die Schaltkreise miteinander zu verkoppeln.

Auf dem Mikroprozessor liegt der Schwerpunkt. Der hardwaremäßige Aufbau mit den erforderlichen integrierten Schaltungen wird ebenso eindrucksvoll und einprägsam durchleuchtet und erklärt, wie die notwendige Software. Hardware und Software fließen in zahlreiche, detaillierte und praxisnahe Beispiele und Übungsaufgaben ein.

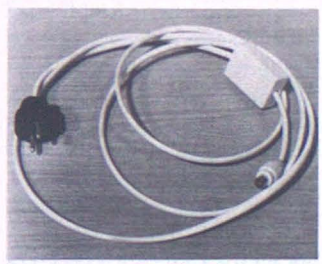
Der Anwender dieses Handbuches lernt die Entwicklung und den Aufbau digitaler Schaltungen und Systeme mit allen Problemen und Variationen kennen. Das sichert ihm langfristig den Berufserfolg bei der selbständigen Entwicklungsarbeit.

Franzis-Bücher erhalten Sie durch jede Buchhandlung sowie in den einschlägigen Fachhandlungen. Bestellungen auch an den Verlag.

Franzis' der große Fachverlag für angewandte Elektronik

‚Adapterkabel' hausgemacht

„Heiliger VDE!" möchte man manchmal ausrufen, wenn man verschiedene ,,kundenspezifische'' Konstruktionen im Außendienst aus dem Verkehr zieht. Die im *Bild* gezeigten Anschlußkabel sind



Immer wieder kommt es vor, daß der Techniker von Laien angefertigte „Adapterkabel" in Benutzung findet, die eine lebensgefährliche Bedrohung darstellen

nicht etwa Spezialanfertigungen für ,,Fernsehtechnikers Horrorstunde'', sondern Kabel, die bis vor kurzem ihren täglichen Dienst beim Kunden taten.

Auf die Frage, ob der Besitzer des im oberen Bild gezeigten Antennenkabels sich keine Gedanken gemacht habe, was es für katastrophale Folgen habe, wenn sein Antennenkabel versehentlich in eine netzspannungsführende Schukosteckdose eingesteckt würde, kam die Antwort: ,,Das kann nicht vorkommen, ich habe auf die Antennen-‚Steckdose' groß und deutlich das Wort ‚Antenne' geschrieben...". Im gleichen Haushalt existierte übrigens eine gleichartige „Rundfunkschnur". Herr Hirschmann z. B. wird sich fragen, warum er und seine Mitbewerber viel Arbeit in die Entwicklung von Antennensteckdosen gesteckt haben.

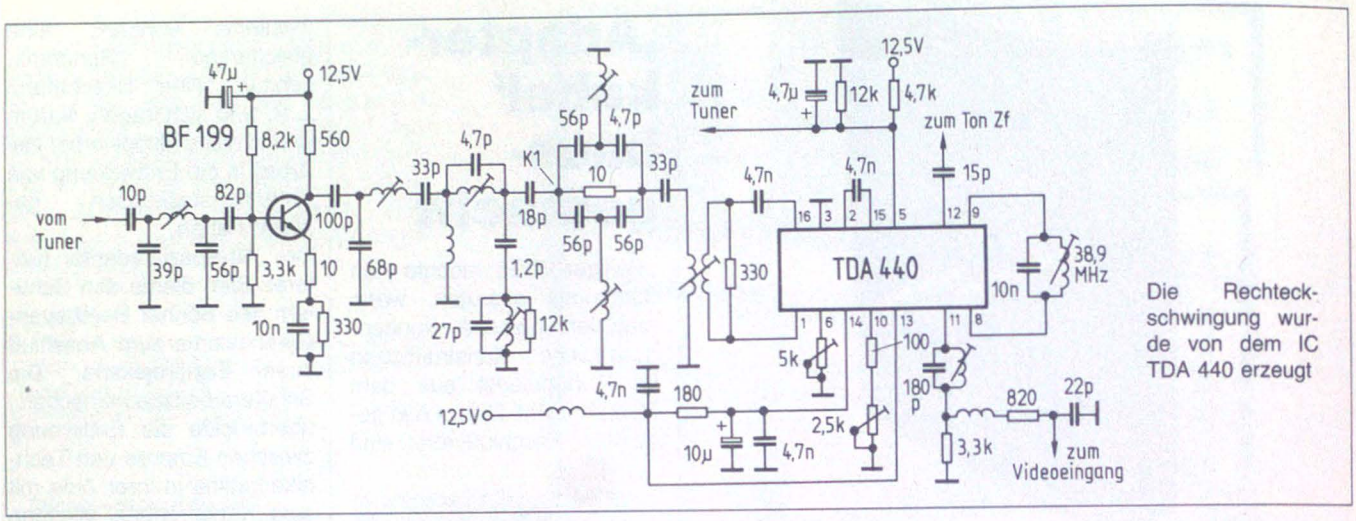
Der „Nf-Spezialadapter (unteres Bild) diente den Schülern des Bonner Beethoven-Gymnasiums zum Anschluß ihres Filmprojektors. Die Schülerarbeitsgemeinschaft überbrückte die Entfernung zwischen Empore und Technikerkabine in ihrer Aula mit einer Kabeltrommel, wie man sie normalerweise als Netzverlängerung gebraucht. Der Filmprojektor wird mit dem Kabel mit dem Lautsprecher-/Diodenstecker in die Kabeltrommel eingesteckt; ein weiterer Adapter ,,Schukostekker auf Diodenstecker'' besorgt die Verbindung der Kabeltrommel zum Verstärker. Warum man sich kein sicheres Kabel angeschafft hat, wurde so begründet: ,,Das klappt doch gut und kostet nicht viel.''

Ob man in den Physikunterricht nicht auch etwas Sicherheitslehre einbauen sollte? Jedenfalls wundert man sich oft, daß nicht noch mehr Unfälle geschehen.

Rainer Pauly

Schwingen des Zf-Verstärkers

Ein Schwarzweiß-Fernsehempfänger zeigte nach dem Einschalten ein völlig normales Bild, das auch beim Umschalten auf andere Programme mittels Sensor-Tasten keinen Grund zur Beanstandung gab. Trotzdem befand sich das Gerät in der Werkstatt mit der Fehlerbeschreibung, daß der Bildschirm beim Drehen der Abstimmpotentiometer anstelle des sonst üblichen Rauschens auf einem Leerkanal abwechselnd zehn schwarze und weiße senkrechte Balken zeigte. Klar war, daß



Die Rechteckschwingung wurde von dem IC TDA 440 erzeugt

diese Bildschirmerscheinung nur so zu interpretieren war, daß in den Videoverstärker ein Rechtecksingal gelangen mußte (mit zehnfacher Zeilenfrequenz und einem Tastverhältnis von ca. 0,5). Daher untersuchte ich als erstes den Ausgang des Zf-Verstärkers mittels Oszilloskop. Es zeigte ein „verbogenes" Rechtecksignal mit einer Amplitude von ca. 1 V und zehnfacher Zeilenfrequenz. Der Fehler konnte also von dem Zf-Verstärker verursacht werden, der im wesentlichen aus einer Transistorstufe und einem IC TDA 440 bestand (*Bild*). Am Punkt 16 bzw. 1 (dem Eingang des TDA 440) konnte ich, anstelle des erwarteten Rauschens, ebenfalls die Rechteckschwingung mit der oben angegebenen Frequenz beobachten. Mit Hilfe eines Kondensators, den ich zur Fehlerortung heranzog, wurde der Eingang der intergrierten Schaltung hochfrequenzmäßig nach Masse gelegt. Die senkrechten Balken verschwanden. Daraus folgerte ich, daß an den Eingang des TDA 440 eine Rechteckschwingung gelangen mußte, und tastete mich weiter vor in Richtung der Transistorstufe BF 199. Das Hf-mäßige Kurzschließen des Signals vom Kollektor des BF 199 nach Masse hatte nicht zur Folge, daß die Balken verschwanden. Ebenfalls nicht am Knotenpunkt K1: 18 pF, 56 pF, 10 Ω, 56 pF. Ich vermutete nun, daß die Betriebsspannung nicht ausreichend gesiebt sei, die jedoch völlig „normal" war. Daraufhin erneuerte ich auf Verdacht das Zf-IC TDA 440. Die senkrechten Balken waren weg, und der Empfänger funktionierte tadellos., Der integrierte Schaltkreis verursachte selber diese Schwingung, die absolut starr mit der Zeilenfrequenz verkoppelt war.

Karl Heinz Jochum

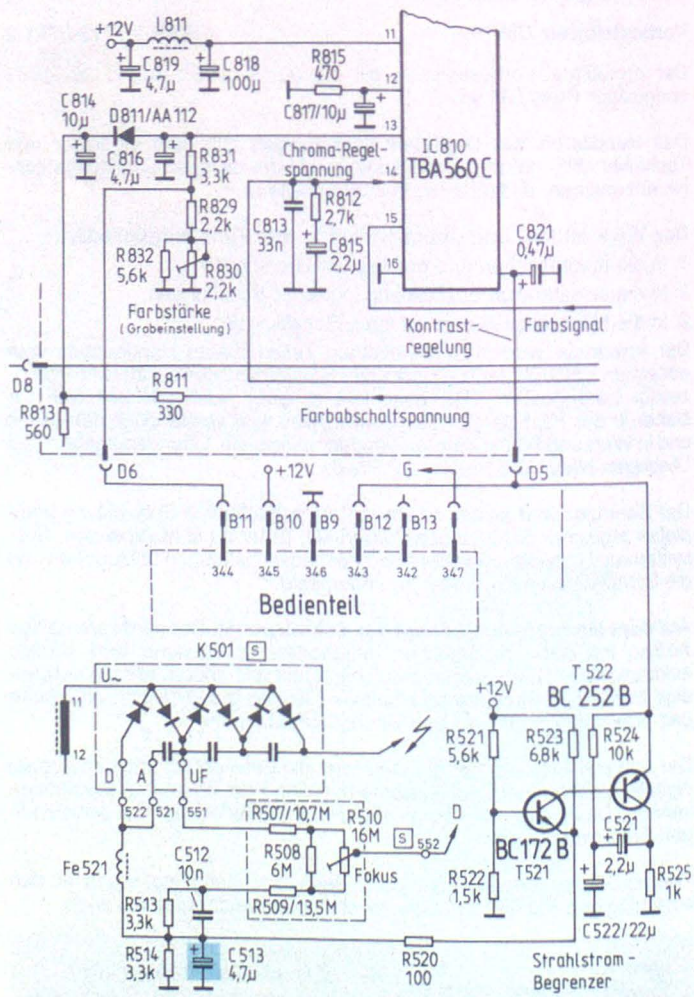
Schwacher Kontrast

Bei einem Farbfernsehgerät wurde zu schwacher Kontrast bemängelt. Beim Betrachten des Bildes konnte man kaum etwas erkennen. Das deutete zunächst auf einen Fehler in der Videostufe. Da das Gerät mit mehreren Moduln ausgestattet war, versuchte ich gleich, den sogenannten Decoderbaustein zu tauschen. Bei diesem Modul handelt es sich um den gesamten Video- und Chromateil samt RGB-Endstufen. Der Fehler blieb aber doch. So begann ich mit Messungen im Kontrastteil und stellte fest, daß sich die Spannung am Kontrastregler kaum änderte und nur 1 V betrug (normal 3...4 V).

Weitere Messungen führten dann in Richtung Strahlstrombegrenzung. Die Transistoren T 521 und T 522 (*Bild*) waren in Ordnung, T 522 war aber leitend. Ursache war der Elko C 513, dieser hatte keine Kapazität mehr. Das bewirkte, daß die von der Kaskade abgeleitete Spannung nicht mehr gesiebt wurde und somit zeilenfrequente Impulse enthielt. Diese brachten die Strahlstrombegrenzung zum Ansprechen.

Nach dem Austausch des defekten Elkos und den üblichen Serviceeinstellungen funktionierte das Gerät wieder zufriedenstellend.

Theodor Kusejko



Zeilenfrequente Impulse brachten die Strahlstrombegrenzung zum Ansprechen, da der Kondensator C 513 zu geringe Kapazität hatte

Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für HiFi

Der Selbstbau hochwertiger Lautsprecheranlagen. Von Prof. Hans Herbert Klinger. 11., neu bearbeitete Auflage. 158 Seiten mit 129 Abbildungen und drei Tabellen. Kart. 10,80 DM. RPB-Electronic-Taschenbuch Nr. 105. Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-1051-6

Dieses Taschenbuch wurde jetzt zum 11. Mal aufgelegt und erneut den Anregungen zahlreicher Leser und der fortschreitenden Lautsprechertechnik angepaßt. Neu aufgenommen wurde in diese Auflage der Abschnitt über elektrostatische Lautsprecher.

Insgesamt ist das Buch in acht Kapitel aufgeteilt. Den allgemeinen Grundlagen der Lautsprecherwiedergabe folgen dynamische Lautsprecher im Prinzip, in Wirkungsweise und unterschiedlichen Ausführungsformen, wie Tiefton-, Mittelton-, Hochton-, Doppelkonus- und Koaxiallautsprecher. Die beiden nächsten Abschnitte beschreiben Trichter-, Horn- und spezielle Hochtonlautsprecher.

Sehr interessant sind die sich anschließenden Betrachtungen über elektrostatische Lautsprecher.

Der mit „Lautsprecherboxen und Schallführung" betitelte sechste Teil beschreibt die Funktionsweise der Kompakt-, Baßreflex-, Exponential- und Transmission-Line-Box.

Frequenzweichen erster, zweiter, dritter und vierter Ordnung, Phasenverzerrungen, akustische Butterworth-Weichen, Kapazitäten und Induktivitäten sind Themen des siebten Kapitels.

Auf den letzten 20 Seiten werden einige industriell gefertigte Zweiweg-, Dreiweg- und elektrostatische Lautsprecherkombinationen besprochen.

Das Buch ist leichtverständlich verfaßt und vermittelt dem Leser einen umfassenden Ein- und Überblick in die Lautsprechertechnik. Au.

□

Mikrocomputerfibel

Vom 8-bit-Chip bis zum Grundsystem. Von Gerhard Schnell und Konrad Hoyer. 1. Auflage, 231 Seiten, zahlreiche Abbildungen. DIN C5 brosch. 29,80 DM. Vieweg-Verlag, Wiesbaden. ISBN 3-528-04183-8

Das Buch wendet sich in erster Linie an Neulinge auf dem Gebiet der Mikrocomputer. Die Autoren führen zunächst einen fiktiven „Modellprozessor" mit vereinfachter Struktur ein und vergleichen ihn dann mit realen Produkten. Obwohl aber den Autoren Mikrocomputer durchaus auch aus praktischer Tätigkeit bekannt sind, führen sie aus einem nicht ganz einsichtigen Grunde den Oktalcode zur Nennung von Adressen und Operationscodes ein – obwohl praktisch alle Mikrocomputer, bis auf wenige „Exoten", mit dem Hexadezimal-Code arbeiten. Schlimmer noch: In den abgedruckten Beispielprogrammen wird keineswegs das übliche Assembler-Format als Darstellungsform gewählt, sondern eine sonst kaum zu findende Form, die eher unübersichtlicher aussieht. Trotz des sonst recht brauchbaren und systematischen Buchaufbaus sollte man also Anfänger davor warnen, sich zu sehr an die Darstellungsweisen des Buches zu klammern, um den Übergang von der grauen Theorie in die tägliche Praxis leichter zu schaffen. Fe.

□

Towers' Internationale OP-Vergleichsliste

Über 5000 amerikanische, britische, europäische und japanische Linear-ICs. Mit elektrischen und mechanischen Daten, Herstellern und Vergleichstypen. Von Thomas Dundas Towers, 204 Seiten, kart. 28 DM. Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-6791-7

Operationsverstärker sind nun schon lange Zeit auf dem Markt; die Typenvielfalt ist nicht mehr überschaubar und einzelne Typen sind bereits veraltet, oft werden dafür Ersatztypen benötigt. Die vorliegende OP-Vergleichsliste bietet hier eine sinnvolle Hilfestellung.

Ohne Bevorzugung einzelner Hersteller sind in dem Band zu den wichtigsten Operationsverstärkern viele elektrische sowie mechanische Daten zusammengetragen und mit alphanumerischer Ordnung aufgelistet.

Der Anwender hat mit dem Tabellenwerk ein Arbeitsmittel in der Hand, das Daten über die wichtigsten Operationsverstärker enthält. Diese Liste ist in erster Linie für den Praktiker gedacht, aber auch dem Theoretiker kann sie von Nutzen sein. Kn.

□

Mein Computer: 2^{10} Fragen und Antworten

Band 2: Software. Von Rich Didday. 1. Auflage, 240 Seiten, kart. 38 DM. Verlag Interface Age, Vaterstetten b. München. ISBN 3-88623-001-5

Das vorliegende Buch ist eine Ergänzung zum ersten Band, der sich vorwiegend mit der Hardware von Mikrocomputer-Systemen befaßte. Es ist als Zwiegespräch eines Neulings mit einem Computer-Spezialisten geschrieben und daher auch ohne detaillierte Vorkenntnisse leichtverständlich. Den Anfang bildet jedoch eine kurze Zusammenfassung des Stoffes aus Band 1, so daß Band 2 auch für sich allein eine brauchbare Einführung für vorwiegend software-orientierte Leser darstellt. Nach dem Frage-Antwort-Spiel des umfassenden Mittelteils findet man im Anhang auf rund 40 Seiten eine Menge nützlicher Tabellen – von den Zweierpotenzen bis zum Befehlssatz des Mikroprozessors 6800.

Die $2^{10} = 1024$ Fragen und Antworten lesen sich ausgesprochen unterhaltsam und stellen eine interessante Alternative zu dem sonst üblichen lehrbuchhaften Schreibstil dar, wenn darunter auch etwas die Übersicht leidet. Fe.

Neue Druckschriften

Von SGS-Ates gibt es eine **Auswahlliste für Leistungstransistoren** – mit über 600 Transistortypen aus 50 Geometrien und sechs Technologien. Enthalten sind ebenfalls übersichtliche Auswahllisten, basierend auf I_C- und V_{CEO}-Spezifikation, sowie Übersichtstabellen über Transistor- und Darlingtontypen nach Technologien und Gehäusearten.
Die Leistungstransistor-Auswahlliste ist kostenlos erhältlich (auch bei allen SGS-Ates-Vertragshändlern).
(SGS-Ates Deutschland GmbH, Haidling 17, 8018 Grafing bei München)

□

In einem 22seitigen Katalog ist das Lieferprogramm von Schiller Electronic an **Stromversorgungsgeräten** beschrieben. Der Katalog ist zweisprachig (deutsch-englisch) gehalten und mit den Abbildungen der entsprechenden Geräte versehen. Er ist auf Anforderung kostenlos erhältlich.
(Schiller Electronic, 7505 Ettlingen)

□

Einen **Katalog über Fluoreszenz-Anzeigen,** die speziell für die Haushalts-Elektronik geeignet sind, hat die Firma Futaba herausgebracht.
Es handelt sich um Displays zum Einbau in Herde, Mikrowellenöfen, Waschmaschinen, Trockner, Kühlschränke, etc.
Dieser Katalog ist auf Anfrage kostenlos von der deutschen Vertretung erhältlich.
(Hegener u. Laser GmbH, Elektronik, Landsberger Str. 143, 8000 München 2)

□

Die **Gesamtübersicht** aller lieferbaren IR-Power-MOSFETs in HEXFET-Technologie kann unter E 1003 kostenlos von Enatechnik bezogen werden.
In der Broschüre sind alle wichtigen Daten (Drain-Source-Voltage von 60 bis 500 V, Pulsed-Drain-Current von 5 bis 70 A) der P- und N-Channel-Typen aufgeführt.
(Enatechnik, Schillerstraße 14, 2085 Quickborn)

□

Mit dem Titel **Akustische Signalgeber – richtungsweisend für die Zukunft** hat die WPB Digisound-Elektronik GmbH ihren neuen Kurzform-Katalog mit dem umfangreichsten Programm akustischer Signalgeber herausgebracht. Dieser Katalog enthält piezoelektronische Signalgeber, elektronische Signalgeber, Miniatur-Lautsprecher und piezoelektrische Summerscheiben in allen Abmessungen für Schraub- oder Lötmontage.
(WPB Digisound-Elektronik GmbH, Postfach 2069, Meisenkamp 42, D-2000 Norderstedt)

Unter dem Sammelbegriff **Gleichstromversorgungsgeräte und Netzschaltregler** hat die Gossen GmbH für 1981 eine völlig überarbeitete Ausgabe ihrer Konstanter-Liste R 1 herausgebracht. Auf insgesamt 125 Seiten DIN A 4 mit einer Fülle von Geräteabbildungen und Maßzeichnungen findet der Interessent hier eine vollständige Übersicht über die diesbezügliche Angebotspalette des Erlanger Herstellers.

Den Einstieg bildet ein tabellarisches Suchschema. Der Inhalt ist aufgegliedert in 6 Hauptkapitel:
Tisch-Konstanter, System-Konstanter (als 19-Zoll-Einschub oder Tischgerät), BOP-DAC (Bipolare Operationsverstärker, Digitale Analog-Converter), NSR-Konstanter (getaktete Stromversorgungen), modulare Stromversorgungen (Europakarten) und OEM-Konstanter (getaktete Stromverkundenspezifisch).

Als Symbol für „kundenspezifisch" fungieren dabei sinnigerweise zwei Puzzle-Elemente. Was die Neuheiten betrifft, so ist hier bei den System-Konstantern besonders auf das neue Gerät 64 G 32 RU 50 (1600 W) mit digitaler Anzeige hinzuweisen. Die NSR-Konstanter-Familie wurde um die 300-W- und 500-W-Typen erweitert; mit Multi-Output wird eine Kombination mit drei Ausgängen bezeichnet, die aus zwei 30-W- und einer 60-W-Einheit besteht. Als abschließender Brückenschlag zum Kunden dient ein sehr detaillierter Fragebogen.
Interessenten erhalten die neue Liste „Konstanter R 1" auf Anfrage kostenlos.
(Gossen GmbH, Postfach 1780, D-8520 Erlangen)

□

Die **Preisliste 81** hat Schomandl fertiggestellt. Enthalten sind die bekannten Frequenz-Dekaden, dekadische Meßsender sowie Meßplätze und Einzelgeräte für die Entwicklung, Fertigung und Wartung von Funksprechgeräten in öffentlichen und nichtöffentlichen Diensten.
Die Preisliste wird auf Anforderung gerne zugeschickt.
(Schomandl, Ingolstädter Straße 68d, 8000 München 46)

□

Auf insgesamt 44 Seiten enthält die **Sonderliste S 8** von Conrad Electronic die Beschreibung von Artikeln, welche nicht im Hauptkatalog aufgeführt sind. Es handelt sich hauptsächlich um im Preis herabgesetzte Industrie-Restposten und Bauteile für den Modellbau. Die Sonderliste wird kostenfrei abgegeben.
(Conrad Electronic, Postfach, 8452 Hirschau)

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 12

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Dänemark: Jul. Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87.– **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern), – **Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1981 Franzis-Verlag, München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.